

**SOSİS ÜRETİMİNDE KULLANILAN FARKLI
HİDROKOLLOİDLERİN TERMAL ÖZELLİKLERİ VE ÜRÜN
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**THERMAL PROPERTIES OF DIFFERENT
HYDROCOLLOIDS USED IN FRANKFURTER
PRODUCTION AND THEIR EFFECTS ON PRODUCT
QUALITY**

Esen Eyiler Yılmaz

Prof. Dr. Halil Vural

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ

olarak hazırlanmıştır

2013

Esen Eyiler Yılmaz'ın hazırladığı “**Sosis Üretiminde Kullanılan Farklı Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Aydın Öztan

Danışman

Prof. Dr. Halil Vural

Üye

Prof Dr. Ferhunde Us

Üye

Prof Dr. İsmail Hakkı Boyacı

Üye

Doç. Dr. Ali Topcu

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma Sevin DÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Sevgili eŖim Orkan ve
Canım kızım Melin Defne'ye

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum tüm eserleri kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

30/05/2013

Esen Eyiler Yılmaz

ÖZET

SOSİS ÜRETİMİNDE KULLANILAN FARKLI HİDROKOLLOİDLERİN TERMAL ÖZELLİKLERİ VE ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ESEN EYİLER YILMAZ

Doktora, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. HALİL VURAL

Mayıs 2013, 97 Sayfa

Bu çalışmada farklı hidrokolloidler kullanılarak üretilen düşük yağlı sosislerin kalitesi ve termal özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla ürünlerin nem, yağ, protein, su tutma kapasitesi, proses verimi, renk, tekstür profil analizi, tiyobarbütirik asit değerleri, duyu özellikleri incelenmiştir. Kimyasal ve mikroskopik özellikleri fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi ve taramalı elektron mikroskopisi ile incelenmiştir. Model sistemler oluşturularak, sosis üretiminde uygulanan ısı işlemler uygulanmadan önce örneklerin termal özellikleri analiz edilmiştir. Model sistemlere ait termal analiz sonuçları tuz eklenmesinin myosin ve aktini stabilize ettiğini göstermiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda ürünlerin proses verimi değerleri yüksek yağ içerikli kontrole göre daha düşük olduğu bulunmuş, bu durumun üretimde düşük yağlı ürünlerde daha fazla su kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Model sistemlerde incelenen emülsiyon stabilitesi değerleri hidrokolloidlerden farklı şekillerde etkilenmiştir. Ürünlerin yağ değerleri beklenen değerler içinde bulunmuştur. Et ve Et Ürünleri Tebliğine göre emülsifiye et ürünlerinin nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı kütlece 6.5'in altında olması gerekmektedir elde edilen sonuçlar bu değerlere uygun bulunmuştur. Ürünlerin pH değerleri kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Sosislerin protein değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuş ancak belirlenen limitler içinde olduğu gözlenmiştir. Yağ oranı azaltılarak hidrokolloidlerin eklendiği sosislerin su tutma kapasitesi değerlerinin kontrole göre genellikle daha iyi olduğu belirlenmiştir. Renk değerlerin bakıldığında ise parlaklık değerlerinin eklenen hidrokolloidlerden farklı şekillerde etkilendiği gözlenmiş, kırmızılık değerleri kontrole göre azalırken sarılık değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Tekstür profil analizi sonuçlarına göre hidrokolloid eklenen ürünlerin sertlik

değerlerinin kontrole göre azaldığı özellikle ksantan gam kullanılan örneğin iyi bir yapı oluşturmadığı belirlenmiştir. Ürünlerin bağlayıcılık, gam özelliği ve çıgnenebilirlik değerleri kontrole göre daha düşük bulunurken, esneklik değerlerinde ksantan gam kullanılan örnek hariç önemli bir değişim olmadığı bulunmuştur. Tiyobarbütirik asit analizi değerleri örneklerin oksidasyon dereceleri ile ilgili bilgi vermekte ve beklendiği üzere depolama süresince artış göstermiş ancak acılığa neden olan sınırı aşmamıştır. FTIR-ATR analizleri ürünlerin kimyasal bağları hakkında bilgi vermekte olup elde edilen sonuçlarda yeni bir bağ oluşumu belirlenmemiştir. Ancak α -sarmal/ β -düzlemsel tabaka oranına bakıldığında bazı örneklerde azalma olduğu bulunmuştur. Bu orandaki azalma protein kalitesinin kontrole göre daha düşük olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ürünlerin taramalı elektron mikroskopisi analizlerinde patates nişastasının ısı işlem dolayısıyla oluşturduğu boşluklar ve hidrokolloidlerin oluşturduğu jel benzeri yapılar belirlenmiştir. Duyusal analizler yağ oranı azaltılarak üretilen ürünlerin tüketiciler tarafından kontrole göre daha az beğenildiğini göstermiştir. Sosislere ait termal analiz sonuçlarında üretim esnasında proteinlerin denatüre olmasından dolayı herhangi bir pik elde edilememiştir. Sosislerin camsı geçiş sıcaklıkları ile ürünlerin nem içerikleri arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Düşük Yağlı Sosis, Karragenan, Ksantan Gam, Guar Gam, Kitosan, Differansiyel Taramalı Kalorimetre.

ABSTRACT

THERMAL PROPERTIES OF DIFFERENT HYDROCOLLOIDS USED IN FRANKFURTER PRODUCTION AND THEIR EFFECTS ON PRODUCT QUALITY

ESEN EYİLER YILMAZ

Philosophy of Doctor, Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. HALİL VURAL

May 2013, 97 Pages

In this study, the thermal properties and quality of low fat frankfurters containing different hydrocolloids were investigated. The moisture, fat and protein contents, water holding capacity, process yield, colour, texture profile analysis, tiobarbutiric acid values and sensorial properties were investigated. The changes in the chemical and microscopic properties were investigated by Fourier Transform Infrared Spectroscopy and by scanning electron microscopy. For the investigation of thermal properties of frankfurter batter before heat treatment, model systems were produced and thermal analyses were performed. Thermal analysis results of the model systems showed that salt addition destabilized the proteins (myosin and actin). According to the results obtained, the process yield of the low fat frankfurters was lower than the high fat control. This was probably due to the excess water used. The emulsion stability of the batter was affected differently due to the different hydrocolloids used. The fat content of the samples was found to be in the expected range. According to the Meat and Meat Products Procedure the ratio of moisture content to total meat proteins should be less than 6.5, the results found were lower than this value. The pH of the low fat samples was found to be higher than the control. The protein levels of the frankfurters were lower than those of the control but were in the accepted levels. The water holding capacity of the low fat samples were found to be higher than the high fat control. Lightness values of the low fat frankfurters were affected differently from the added hydrocolloids, redness of the samples was decreased while the yellowness of the samples was increased when compared to control. According to the texture profile analysis, the hardness values of the low fat frankfurters were decreased, especially sample containing xanthan gum did not develop a good structure. The cohesiveness,

gumminess and chewiness values of the samples containing hydrocolloids were lower than the control group, however springiness were not affected. Thiobarbituric acid value gives information about the oxidation levels of the samples, and it was found that the values were increased during storage however did not exceed the level that causes the rancid flavour. FTIR-ATR analysis gives information about the chemical bondings; there were no new formed bonds in the samples containing hydrocolloids. However the α -helix/ β -sheet ratio showed decrease in some of the samples which is an indicator that the protein quality of these samples was low when compared to the control. The scanning electron microscopy result of the samples showed voids which was probably due to the potato starch used, and there were gel-like structures due to the hydrocolloids. According to the sensorial analysis the samples with low fat were less preferred by the consumers. The thermal analysis showed no endothermic or exothermic peak in the thermograms which was due to the denaturation of proteins during production. However the glass transition temperatures of the frankfurters were negatively correlated with the moisture content of the sample.

Keywords: Low-fat Frankfurters, Carrageenan, Xanthan Gum, Guar Gum, Chitosan, Differential Scanning Calorimetry.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince karşılaştığım zorluklarda benden desteğini esirgemen ve bilgi ve tecrübesi ile her zaman yanımda olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Halil Vural'a,

Doktora tez çalışmamın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübeleri ile her zaman yardımcı olan tez izleme komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Aydın Öztan'a ve Sayın Prof. Dr. Ferhunde Us'a,

Çalışmadaki sosis örneklerinin hazırlanmasında hem malzeme teminini, hem de AR-GE laboratuvarının kullanımını sağlayan Pınar Entegre Et ve Un Sanayi A.Ş (Pınar-Et)'e ve özellikle AR-GE ekibine,

Tez çalışmamın renk, tekstür profili analizi, spektrofotometre analizleri ve fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Uz. Yelda Zencir ve Uz.Selin Heybeli'ye

Fourier Dönüşümlü infrared spektroskopisi-ATR analizlerinde yardımcı olan sevgili arkadaşım Dr. Ayça Yaralı Aylangan'a,

Taramalı elektron mikroskopisi analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç.Dr. Evren Çubukçu ve Lutfiye Akın'a,

Çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen Reza Yadiğar'a

Her zaman yanımda olan ve maddi manevi yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili arkadaşlarım, Yrd.Doç.Dr. Ceyda Dudak, Uz.Meltem Yıldırım ve Dr. Tuğrul Masatcioğlu'na

Sonsuz sabrı ve desteği ile her zaman bana destek olan, hayatımdaki yeri doldurulamaz sevgili eşim Orkan Yılmaz'a ve sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretimi	3
2.2. Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretiminde Kullanılan Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri	6
2.2.1. Karragenanlar	6
2.2.2. Galaktomannanlar	9
2.2.3. Ksantan gam	10
2.2.4. Kitosan	11
2.2.5. Nişasta	12
2.3. Kas Proteinleri ile Düşük Yağlı Et Ürünlerinde Kullanılan Hidrokolloidler Arasındaki Etkileşimler	14
2.4. Differansiyel Taramalı Kalorimetre	17
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1. Materyal	18
3.2. Kıyma ve Model Sistemlerin Termal Özelliklerinin Belirlenmesi.....	18
3.3. Model Sistemlerin Emülsiyon Stabilitesinin Belirlenmesi.....	19
3.4. Sosis Formülasyonlarının Oluşturulması ve Sosis Üretimi.....	19
3.5. Sosis Örneklerine Uygulanan Analizler	22
3.5.1. Nem Tayini	22

3.5.2. Yağ Miktarı Tayini	22
3.5.3. pH tayini	22
3.5.4. Protein Analizi	22
3.5.5. TBA tayini	22
3.5.6. Renk Analizi	23
3.5.7. Tekstür Profil Analizi	23
3.5.8. Su Tutma Kapasitesi Analizi	24
3.5.9. Termal Özelliklerin Belirlenmesi	24
3.5.10. Mikroskopik Özelliklerin Belirlenmesi	24
3.5.11. FTIR-ATR analizleri	24
3.5.12. Proses verimi	24
3.5.13. Duyusal Analizler	24
3.5.14. İstatistiksel Değerlendirme	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1. Hammadde ve Model Sistemlere Ait Termal Analiz Sonuçları	26
4.2. Farklı Hidrokolloidler Kullanılarak Üretilen Sosislere Aite Analiz Sonuçları.....	34
4.2.1. Proses verimi, Pişme Kaybı ve Emülsiyon Stabilitesi	34
4.2.2. % Nem, Yağ, Protein ve Su Tutma Kapasitesi Değerleri	36
4.2.3. pH Değerleri	40
4.2.4. Renk Değerleri	41
4.2.5. Tekstür Profil Analizi Değerleri	45
4.2.6. Tiyobarbütirik Asit Değerleri	51
4.2.7. Fourier Dönüşüm İnfrared Spektroskopisi-Azaltılmış Toplam Reflektans Değerleri	53
4.2.8. Taramalı Elektron Mikroskopisi Görüntüleri	56
4.2.9. Sosis Örneklerine Ait Termal Analiz Sonuçları	64
4.2.10. Duyusal Analiz Sonuçları	66

5. SONUÇ	69
KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

DTK: Differansiyel taramalı kalorimetre

κ CGN: Kappa karragenan

ι CGN: İota karragenan

λ CGN: Lambda karragenan

GG: Guar gam

KSG: Ksantan gam

CHI: Kitosan

KBG: Keçiboynuzu gamı

SEM: Taramalı Elektron Mikroskopisi (Scanning Electron Microscopy)

FTIR-ATR: Fourier Dönüşümlü Infrared Spektroskopisi Azaltılmış Toplam Reflektans

TEF: Toplam salınan sıvı

T_0 : Denatürasyon/jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı

T_p : Denatürasyon/jelatinizasyon pik sıcaklığı

T_c : Denatürasyon/jelatinizasyon tamamlanma sıcaklığı

T_g : Camsı geçiş sıcaklığı

TEF: Toplam salınan Sıvı (Total Expressible Fluids)

1. GİRİŞ

Et karışımları; su, yağ ve proteinlerin dispersiyonunu oluşturmak için etin diğer katkı maddeleri ile parçalanmasından oluşmakta [1] ve çoklu faz sistemleri olarak ele alınmaktadır [2]. Bu nedenle de et karışımları su içinde yağ emülsiyonu olarak kabul edilmektedir [3]. Emülsiyon yapının oluşabilmesi için yapıdaki proteinler yeterli olmamakta bu nedenle karışıma buğday veya mısır nişastası, tahıl unları, soya unu ve yağsız soya unu, soya protein konsantresi, soya protein izolatu, çöktürülmüş süt proteini (kazein) ve yumurta akı gibi emülgatör maddeler kullanılmaktadır [2]. Yağ et ürünlerinin fonksiyonel ve organoleptik karakteristiklerine katkıda bulunduğundan oldukça büyük bir öneme sahiptir [4]. Bunun yanı sıra yağ, et ürününün reolojik ve yapısal özelliklerinde ve stabil bir emülsiyonun oluşmasında hayati öneme sahiptir [5]. Yağın bu önemli özelliklerinden dolayı et ürünlerinin üretimi esnasında yapıdaki yağın azaltılması ürünün sert, kuru ve lastik gibi olmasına yol açmakta ve su iyi bir şekilde bağlanamamaktadır [4,6].

Sağlık kuruluşları, kardiyovasküler hastalıkların azaltılması ve obezitenin kontrol edilebilmesi amacıyla, diyetle alınan yağ ve kolesterolün azaltılmasını önermektedirler [1]. Özellikle yüksek oranda taze ve işlenmiş kırmızı et, fast food, rafine tahıllar ve şeker tüketimi, doymuş yağ asidinin yüksek oranda alınmasına neden olduğundan koroner kalp rahatsızlıklarına neden olmaktadır [7, 8]. Bu nedenle de son yıllarda tüketiciler diyetleri ile aldıkları yağı sınırlamaya çalışmakta ve düşük yağlı ürünlere yönelmektedirler. Üreticiler bu durumu göz önünde bulundurarak, doymuş yağ asitlerince zengin olan ve bu nedenle de kötü üne sahip olan et ürünlerinde yağ içeriğini azaltmaya çalışmaktadırlar. Düşük yağlı et ürünlerinde yağ yerine su ilave edilmesi duysal ve tekstürel özellikleri geliştirmekte ancak buna karşın pişirme kayıplarının ve sızıntının artmasına neden olmaktadır [4]. Su ilavesi düşük yağlı et ürünlerinin üretiminde tek başına yeterli olmamasından dolayı, bağ doku proteinleri [9, 10], soya proteinleri [11] ve hidrokolloidler [4, 6], yapının oluşmasına katkıda bulunmak amacıyla kullanılabilir. Bu katkı maddeleri arasında hidrokolloidlerin, tekstür oluşturma, stabilite ve emülsifikasyondaki benzersiz özelliklerinden dolayı büyük ilgi görmektedirler [4]. Nişasta ve hidrokolloidler gibi polisakkaritler et ürünlerine,

pişirme verimini geliştirmek, nem tutumunu arttırmak ve ürünün tektürünü modifiye etmek amacıyla kullanılmaktadır [12]. Et ürünlerinde yağın azaltılarak yerine yağ ikame maddesi olarak farklı hidrokolloidlerin (karragenan, ksantan gum, kitosan vb.) kullanılması ile üretilen ürünlerin yapı, tat, koku, su tutma kapasitesi ve emülsiyon kapasitesi gibi birçok özelliği incelenmiştir [1, 4, 5, 13]. Ancak bu kullanılan bu katkı maddelerinin etin yapısındaki proteinler ile nasıl bir etkileşim içinde oldukları ve istenilen yapının oluşmasında bu maddeler arasındaki etkileşimin katkısının olup olmadığı bilinmemektedir.

Protein-polisakkarit etkileşimleri birçok işlenmiş ürünün yapı ve stabilitesinde önemli rol oynamaktadır [14]. Et ürünleri göz önüne alındığında ise myofibriller proteinler, ısıtma ve devamındaki soğutma işlemi esnasında üç boyutlu jeller oluşturma yetenekleri nedeni ile etin işlenmesi esnasında önemli bir role sahiptir [15, 16]. Et ürünlerinin üretimi esnasında uygulanan termal işlemler yüksek vizkoziteli sol'ü viskoelastik katıya çevirmekte ve bu da üründe içinde yağ partikülleri olan bir protein jeli olarak gözlenmektedir [1]. Gıdalardaki proteinlerin çözünürlük, jel oluşturma ve emülsifiye edici kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri, polisakkaritlerle aralarındaki etkileşimlerden etkilenmektedir. Literatürde et proteinleri dışındaki proteinler için polisakkarit-protein etkileşimleri yoğun şekilde çalışılmıştır. Ancak istenilen özellikte et ürünlerinin elde edilebilmesi için et proteinlerinin hidrokolloidler ile etkileşimlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu etkileşimler üzerine son yıllarda çalışmalar artmış ve incelemeler genellikle differansiyel taramalı kalorimetre (DTK) yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

Bu tezde; düşük yağlı et ürünlerinin üretilmesinde yapı oluşumunun sağlanabilmesi için κ -karragenan, λ -karragenan, guar gam, ksantan gam ve kitosan hidrokolloidleri kullanılarak sosis kalitesinin belirlenmesi ve sosislerin termal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretimi

Et ve et ürünleri yüksek protein, vitamin (B12 vitamini, folik asit) ve mineral (demir, selenyum vb.) içerikleri nedeniyle beslenmemiz açısından önemli gıdalardan birisidir. Ancak yararlı özelliklerinin yanı sıra yüksek doymuş yağ asidi içerikleri, yüksek kolesterol seviyeleri ve sodyum gibi sağlık üzerine olumsuz etkiler gösterebilen maddeleri de içermelerinden dolayı tüketiciler üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Doymuş yağ asitleri, yüksek yağ ve kolesterol içeriği obezite, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve kolon kanseri gibi hastalıklarla ilişkilendirilmektedir [13, 17]. Bu verilerin ışığında dünya sağlık örgütü (WHO), diyetimizdeki yağdan gelen kaloringin % 15-30 aralığında olması gerektiğini ve doymuş yağ asidinden gelen kaloringin ise % 10'dan fazla olmaması gerektiğini, günlük kolesterol alımının ise 300 mg/gün olarak sınırlandırılması gerektiğini vurgulamaktadır [18,19]. Tüketici istekleri de dikkate alınarak daha sağlıklı et ürünlerinin üretilmesinde, en çok kullanılan yollardan biri üründeki yağın azaltılmasıdır.

Et ürünlerindeki yağ, stabil emülsiyonların oluşmasında, pişme kayıplarının azaltılmasında, su tutma ve bağlama kapasitesinin geliştirilmesinde, ürünün reolojik ve yapısal özelliklerinin gelişmesinde ve ürüne istenilen sululuk ve sertliğin kazandırılmasında önemli rol oynamaktadır [20, 21]. Yağın ürün üzerine gösterdiği bu elzem etkilerden dolayı ürünlerde yağ azaltıldığında ürün daha sert, lastiğimsi, daha sulu, koyu, pahalı ve daha az kabul edilebilir hale gelmektedir. Bu olumsuzlukların engellenebilmesi amacıyla da ürün formülasyonlarında değişiklikler yapılmaktadır [22, 23, 24]. Bu değişiklikleri, turunçgil lifleri ve soya proteinleri [24], peynir altı suyu proteinleri [25], bitkisel yağlar [26, 27, 28, 29], ceviz [30], hububat ve meyve lifleri [31, 32, 33], biracılık artığı lifleri [34] ve hidrokolloidlerin [1, 4, 35] kullanımı şeklinde sıralayabiliriz.

Cengiz ve Gökoğlu [24] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, sosilerin yağ içerikleri % 20'den % 10 ve 5'e düşürülmüş ve yağ ikame maddesi olarak da % 2 oranında turunçgil lifleri veya soya proteini konsantratu kullanılarak ürünün enerji değerleri ve kolesterol seviyelerinde değişim incelenmiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre; turunçgil lifleri ya da soya proteini konsantratu eklemenin, aynı oranda yağ içeren örneklerde kontrole göre enerji değerlerini arttırırken kolesterol seviyelerini

azalttığını göstermişlerdir. Katkı maddeleri arasında ise belirgin bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

Andres ve ark. [25] su içeriğini arttırarak, peynir altı suyu proteini ve hidrokoloidlerin (3:7 oranında guar/ksantan gam karışımı) eklenmesi ile elde edilen düşük yağlı tavuk sosisinin kalite özelliklerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, peynir altı suyu protein konsantresi ve gamlar eklendiğinde daha sert ve bağlayıcılığı yüksek, buna karşın daha az granüler yapıda bir ürün elde edildiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra ksantan gam, guar gam ve peynir altı suyu proteini konsantresi eklenen ürünlerinin kabul edilebilirliğinin de daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Ayo ve ark. [30], sosislerde domuz sırt yağının tamamının ceviz ile yer değiştirilmesi ile elde edilen ürünün besinsel profilini düşük yağlı ve tam yağlı ürünler ile karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara herhangi bir katkı kullanmadan yalnızca yağı azaltılan ürünün yağ asidi profilinde kontrole göre bir değişim gözlenmezken, ceviz kullanılan ürünün çoklu doymamış yağ asidi profilinin geliştiği, ω -6/ ω -3 oranının düştüğü belirtilmiştir.

Garcia ve ark [31] ise gerçekleştirdikleri çalışmada % 6 ve 10 domuz sırt yağı ve % 1.5 ve 3 oranında hububat (buğday ve yulaf) ve meyve (şeftali, elma, portakal) lifleri içeren düşük yağlı kuru fermente sosisler üretmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre en iyi ürünün yüksek yağlı ürüne benzer organoleptik karakteristikler gösteren % 10 yağ ve % 1.5 portakal lifi içeren örnek olduğu rapor edilmiştir.

Özvural ve ark. [34] farklı partikül boyutlarındaki biracılık artığı liflerini kullanarak düşük yağlı sosis üretimi gerçekleştirmişler ve biracılık artığı miktarının arttırılması ile ürünlerin su tutma kapasitesinde ve toplam besinsel lif değerlerinde artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Choi ve ark. [36], domuz sırt yağını, zeytinyağı, mısır yağı, üzüm çekirdeği, kanola veya soya yağı ve pirinç kepeği ile yer değiştirerek sosis üretmiş ve ürünün kimyasal kompozisyonu, yağ asidi profilini, duyu özelliklerini ve pişirme karakteristiklerini incelemişlerdir. Bitkisel yağ ve pirinç bran lifleri kullanılan ürünlerin nem, kül, pH, oksidasyon dereceleri ve pişirme kayıplarının kontrol grubundan daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Buna karşın bitkisel yağ ile

Üretilen rnlerin yağ miktarı, trans yağ asidi miktarları, kolesterol değerleri ve enerji miktarlarının ise daha düşük olduğu belirtilmişlerdir.

Grigelmo-miguel ve ark. [37] iki farklı seviyede şeftali besinsel liflerini (% 17 ve 29), düşük yağlı sosis (% 20, 15, 10 ve 5) retiminde kullanmışlar ve elde edilen ürünün özelliklerini % 25 yağ içeren kontrol rneği ile karşılaştırmışlardır. Besinsel liflerin, yapıya eklenen suyun tutulmasını geliştirdiği belirtilmiştir. Düşük yağlı ürünlerin daha koyu ve kahverengi olduğunu ancak duysal olarak kabul edilebilirliklerinin tam yağlı ürüne yakın olduğunu belirtmişlerdir.

Ulu [38], düşük yağlı köftelerde karragenan ve guar gam kullanarak elde edilen ürünün pişirme özelliklerini incelemiş ve karragenan eklemenin pişirmeden sonraki tekstürel özellikleri guar gama göre daha olumlu etkilediğini belirtmiştir.

Liu ve ark [39] gerçekleştirdiği bir çalışmada ise, amilaz ile modifiye edilmiş patates nişastasını emülsiyon tipi düşük yağlı sosislerin üretiminde kullanılmıştır. Modifiye patates nişastasının 20 g/kg oranında kullanılarak ürünün yağ oranının 150 g/kg'a düşürülmesi ile elde edilen düşük yağlı ürünün renk, tekstür profil ve duysal analizlerinin kontrole çok benzediği buna karşın enerji değerinin daha düşük olduğu ve modifiye patates nişastasının yağ ikame maddesi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Cierach ve ark [13], kappa-karragenanın düşük yağlı sosisler üzerine etkisini incelemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre karragenan ile üretilen tüm sosislerin kontrol grubuna göre daha iyi duysal analiz sonuçları verdiğini bulmuşlardır.

Garcia-Garcia ve Totosaus [6] düşük yağlı sosislerde keçiboynuzu gamı, patates nişastası ve κ-karragenanın birlikte kullanımının etkisini incelemişlerdir. κ-karragenan/keçiboynuzu gamının birlikte kullanımı ürünün tekstür, su tutma kapasitesini geliştirdiği belirtilirken renk üzerine fazla bir etkisi olmadığı, buna karşın keçiboynuzu gamı ile κ-karragenan eşit oranlarda ürüne eklendiğinde, patates nişastasının çok düşük bir oranda kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Tüketicilerin daha sağlıklı beslenebilmek amacıyla düşük yağlı et ürünlerine talepleri gün geçtikçe arttığından et ürünleri üreticileri de ekonomik ve kaliteli ürün veren katkı maddelerini denemeye devam edeceklerdir. Bu nedenle uygun katkı maddelerinin seçimi büyük önem taşımakta ve dikkat edilmesi gereken konulardan

bir tanesi de kullanılan katkı maddesinin et proteinleri ile uyumudur çünkü eklenen bazı katkıları etin jel yapısını bozabilmektedir. Bu nedenle de ürün üretimi esnasında eklenecek olan katkı maddesinin seçilmesinde et proteinleri ile olan etkileşiminin bilinmesi gerektiği savunulmaktadır [40].

2.2. Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretiminde Kullanılan Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri.

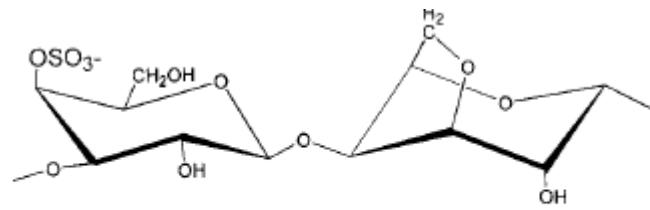
Hidrokolloid terimi, sulu çözeltilerin jelleşmesi ve koyulaşması, köpüklerin, emülsiyonların ve dispersiyonların stabilize olması, buz ve şeker kristallerinin oluşmasının önlenmesi ve tat kokunun kontrollü olarak salınması gibi birçok fonksiyonu olan ve endüstride yaygın kullanım alanı bulan polisakkarit ve proteinleri kapsamaktadır. Her ne kadar hidrokolloidler yüksek molekül ağırlıklı, hidrofilik biyopolimerler olsalar da [41], yeterli seviyede hidrofobik karakter gösteren karbohidrat polimerler de bulunmakta ve bu karbohidratlar su-yağ arayüzeyine adsorbe olarak su içinde yağ emülsiyonlarını oluşturma ve stabilize etme özelliklerine sahiptirler [42]. Bu grup içinde, doğal olarak bulunan guar gam ve buyotu gibi galaktomannan hidrokolloidleri [43] ve gam arabik [42] sayılabilir. Hidrokolloid terimi; bitkilerden, deniz yosunundan ya da mikrobiyal kaynaklardan ekstrakte edilmiş, bitki eksüdatlarından alınmış ve selüloz ya da nişastadan, kimyasal veya enzimatik uygulamalar ile elde edilen modifiye biyopolimerler gibi çoğu polisakkariti kapsamaktadır. Bunlara ek olarak bir protein olan jelatin de polidispers ve yüksek hidrofilik karakteri nedeniyle bu polisakkarit grubunun bir üyesi olarak kabul edilmektedir [41].

Son yıllarda gıda endüstrisinde bu ürünlerin kullanımı büyük oranda artış göstermiştir. Her ne kadar % 1'den az oranda kullanılsa da, ürünün tekstürel ve organoleptik özellikleri üzerinde önemli etkiler göstermektedir [44]. Düşük yağlı et ürünlerinin üretiminde kullanılan hidrokolloidler arasında karragenanlar (κ , λ , ι), guar gam, ksantan gam, keçiyoynuzu gamı sayılabilir. Bunların yanı sıra kitosanın da et ürünlerinde kullanımı incelenmekte ancak daha çok antimikrobiyal etkisi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

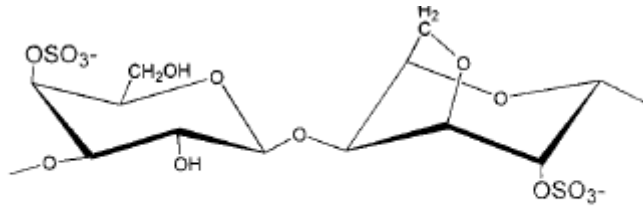
2.2.1. Karragenanlar

Karragenan, α -(1,3) ve β -(1,4) glikozidik bağları ile bağlanmış, sülfatlanmış ya da sülfatlanmamış, tekrarlayan galaktoz birimleri ve 3,6 anhidrogalaktoz (3,6 AG) birimlerinden oluşan, yüksek molekül ağırlıklı lineer bir polisakkarittir [45]. Kappa

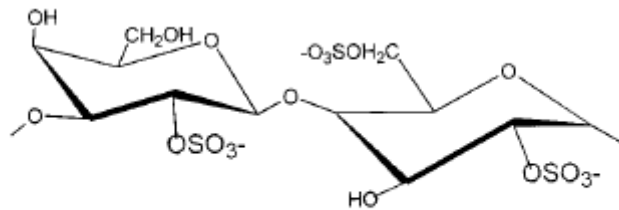
(κ), lambda (λ) ve iota (ι) olmak üzere tekrarlayan birimler üzerindeki sülfat gruplarının sayısına göre ayrılan üç temel karragenan tipi bulunmaktadır [46]. Bu tiplerin kırmızı deniz yosunlarından seçici ekstraksiyon teknikleri ile saf halde hazırlanabildiği belirtilmektedir [4, 45]. Bu birimlerdeki değişimler hidrasyon, jel gücü ve tekstür, erime ve dizilim sıcaklıkları, sinerisis ve sinerji gibi özellikleri etkileyebilirler. Bu farklılıklar deniz yosunu seçimi, prosess ve farklı ekstraktların karıştırılması ile kontrol edilebilmektedir [45]. Uygun koşullarda ι ve κ -karragenanlar termal olarak geridönüşümlü jeller oluşturabilirken, λ -karragenan jelleşme ajanı değil kalınlaştırıcı ajan olarak işlev görmektedir [4, 47].



Kappa Carrageenan



Iota Carrageenan



Lambda Carrageenan

Şekil 2.1. κ , ι ve λ karragenan

Karragenanların jel-sol ve sol-jel geçişleri, soya proteinleri, kazein ve laktoglobulinler differansiyel taramalı kalorimetre ile yoğun şekilde çalışılmıştır [48, 49, 50]. κ -karragenan oda sıcaklığında oldukça katı bir hidrojel oluşturmakta ve bu

hidrojel sıcaklığın artırılması/azaltılması ile parçalanıp tekrar oluşmaktadır [51]. κ -karragenanın % 1'lik çözeltisinin DTK ile 10°C/dk ile 5-120°C aralığında ısıtılması ve soğutulmasıyla elde edilen termogramlarda, κ -karragenanın 55°C'da erime piki verdiği gözlenmiştir [50]. Aynı çalışmada κ -karragenanın β -laktoglobulin ile etkileşimleri incelenmiş ve elde edilen DTK sonuçlarına göre karışım halindeki çözeltide iki farklı pik gözlemlendiği belirtilmiştir. Bu durum, karragenan ve β -laktoglobulinin birbirlerinden bağımsız olarak konformasyonel değişikliklere uğradığının ve aralarında bir etkileşim olmadığını göstergesi olarak kabul edilmiştir [50]. Tomsic ve ark [51] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise κ -karragenanın % 1 ve 2'lik çözeltilerinin jel-sol ve sol-jel geçişleri DTK'da 1°C/dk oranla 10-80-10°C aralığında incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre % 1'lik κ -karragenan çözeltisinin Tgel-sol geçiş sıcaklığı 40.9°C, Tsol-gel sıcaklığı ise 28.4°C bulunduğu belirtilmiş, buna karşın konsantrasyon % 2'ye çıkartıldığında bu sıcaklıklar sırası ile 51.6°C ve 36.7°C olarak rapor edilmiştir. Yukarıda da gözlemlendiği üzere, DTK parametreleri ya da karragenanın konsantrasyonu değiştirildiği zaman elde edilen geçiş sıcaklıklarında farklılıklar oluşmaktadır.

Hossain ve ark. [48] ι -karragenan üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, farklı konsantrasyonlarda hazırladıkları çözeltileri DTK ile 20-90°C aralığında 1°C/dk ile taramıştır. Elde edilen sonuçlara göre % 5, 6 ve 7'lik ι -karragenan çözeltilerinin jelleşme sıcaklıkları sırası ile 41, 45.5 ve 50°C olarak bulunmuştur.

Garnier ve ark. [49] ι -karragenan ile kazein miselleri arasındaki etkileşimleri incelemişlerdir. Çalışmada ι -karragenanın ve karragenan-kazein karışımlarının termal özellikleri 10-70°C aralığında 1°C/dk ile DTK'da incelenmiş elde edilen sonuçlara göre % 0.1 ι -karragenan için geniş bir pik gözlenmiş ve bu pikin maksimum sıcaklığı 44°C olarak bildirilmiştir. Çalışmada karragenan, farklı oranlarda kazein ile karıştırıldığında ise pik sıcaklığının daha yüksek sıcaklıklara kaydığı, bunun sebebinin de kazein misellerinin, karragenanın heliks yapısını stabilize etmiş olabileceğinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

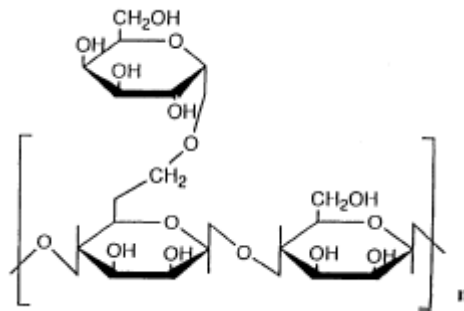
Çalışmalarda da gözlemlendiği üzere DTK'de farklı sıcaklık artışlarında ya da farklı konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlandığında karragenanların jelleşme sıcaklıklarında kaymalar gözlenebilmektedir.

2.2.2. Galaktomannanlar

Galaktomannanlar rezerv karbohidratlar olarak, çeşitli albuminözler veya endospermik tohumların hücre duvarında depo polisakkaritleri olarak bulunmaktadır. En çok kullanılan tohum galaktomannanları, keçiboynuzu ağacı (*Ceratonia siliqua*) ve guar bitkisindedir (*Cyamopsis tetragonoloba*). Tara çalılığından (*Cesalpinia spinosa*) elde edilenler ise daha az kullanılmaktadır [52].

Galaktomannanlar, 1,4-β-D-mannoz omurgası üzerinde bulunan 1,6-α-D-galaktoz yan zincirlerden oluşmaktadır [53]. Galaktomannanların fonksiyonel özellikleri galaktoz yan zincirlerinin dağılımı, tohumun kaynağı (çeşit ve büyüme koşulları) ve gamın ekstraksiyon prosesine göre farklılık göstermektedir [54, 55]. Guar gamın mannoz/galaktoz (M/G) oranı 1.8:1 iken, keçiboynuzu gamınıninki 3.9:1'dir [54]. Keçiboynuzu gamı diğer galaktomannanlar arasında en düşük galaktoz oranına sahip gamdır [56].

Guar gam, % 1'den daha düşük konsantrasyonlarda dahi yüksek viskoziteli, thixotropik çözeltiler oluşturabilen [54] ve kalınlaştırma, stabilizasyon ve su bağlama uygulamalarında geniş kullanım alanı bulan, suda çözünebilir bir polisakkarittir (Şekil 2.2) [57, 58]. Bunların yanı sıra guar gam donmuş gıdalarda karıştırma ve formülasyon toleransını, nem tutulması geliştirmek ve sinerjisi engelleyerek raf ömrünü uzatmak amacıyla da kullanılmaktadır [57, 59].



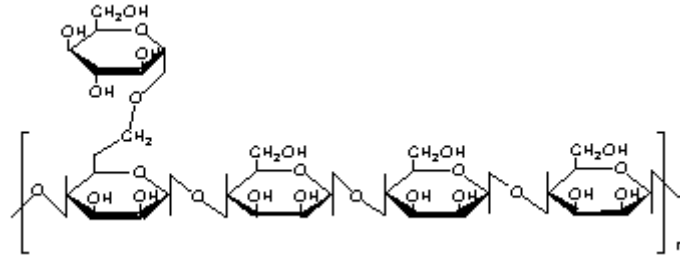
Şekil 2.2. Guar gamın kimyasal yapısı

DTK ile guar gam üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, guar gamın 246±2°C ve 296±3°C'da iki endotermik pik, 310±3°C'da ise ekzotermik bir pik verdiği gözlenmiştir [55, 60].

Keçiboynuzu gamı ise endüstride (kağıt, tekstil, farmasötik vb.) ve gıda (dondurma, krem peynir) alanında kullanılan ilk galaktomannandır [61].

Keçiboynuzu gamı (Şekil 2.3), iyonik olmayan, lineer [62], oda sıcaklığındaki suda az çözünmekte buna karşın maksimum seviyede çözünürlük elde etmek için ısıtma işlemi gerekmektedir [61]. Ayrıca keçiboynuzu gamının dondurma ve eritme ile hidrojel oluşturduğu rapor edilmiştir [63].

DTK ile keçiboynuzu gamı üzerinde yapılan incelemeler sonucunda termogramlarda, jel-sol geçişi için endotermik bir pik elde edilemediği belirtilmiştir [63].

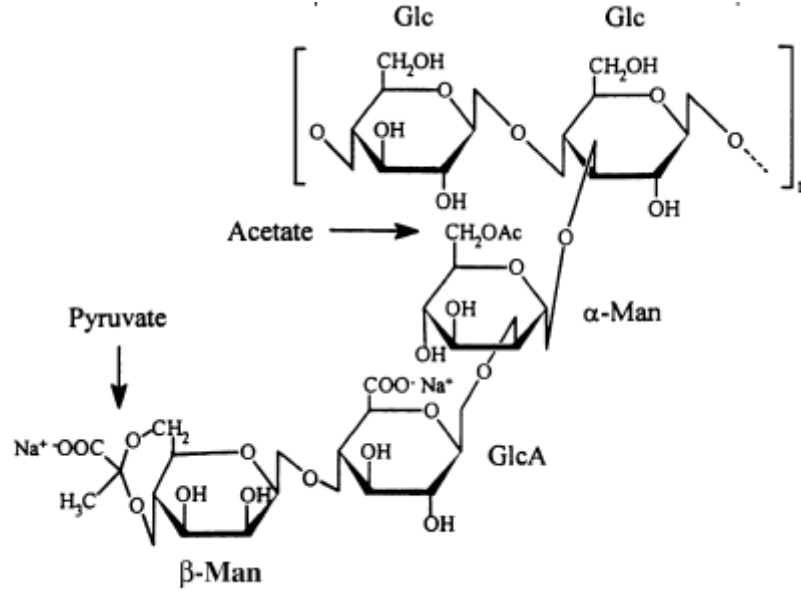


Şekil 2.3. Keçiboynuzu gamının kimyasal yapısı

2.2.3. Ksantan Gam

Ksantan gam, *Xanthomonas campestris* tarafından üretilen ekstraselüler, aniyonik bir polisakkarittir. Temel yapısı 1,4 β -D-glukoz birimlerinden oluşmakta ve ana zincirdeki her bir D-glucose birimine trisakkarit olan β -D-mannoz-(1,4) β -D-glucuronic asit- α -(1,2)-D-mannoz zincirleri bağlanmış durumdadır (Şekil 2.4) [64, 65]. Polimerin aniyonik karakteri yan zincirde bulunan glucuronic asit ve pürivik asitten kaynaklanmaktadır [66]. Ksantan gam, kağıt ve tekstil endüstrisinde kalınlaştırıcı, süspansiyonları ve emülsiyonları stabilize etmek gibi bir çok endüstriyel uygulamada kullanılabilir. Bunların yanı sıra sıcak ve soğuk suda çözünebilmesinden, düşük konsantrasyonlarda (% 0.05-2) yüksek viskoziteli çözeltiler oluşturmasından ve geniş sıcaklık ve pH stabilitesine sahip olmasından dolayı gıda endüstrisinde de yoğun kullanım alanı bulmaktadır [65, 67, 68]. Gıdalarda kalınlaştırıcı, stabilize ve emülsifite edici ajan olarak ve diğer gıdalarla sinerjetik etki göstererek jelleştirici ajan olarak kullanılabilir [69]. Ksantan gamın hidrojel oluşturma yeteneği çok düşüktür bu nedenle de jel oluşturmeyen bir polisakkarit olarak kabul edilmektedir [70]. Takahashi ve ark. [70], ksantan gam çözeltilerinin jel-sol geçiş sıcaklığının biraz üstündeki sıcaklıkta (tavlama ile

oluşturulan jellerinin) tavlanmasının ardından soğutma ile hidrojel oluşturduğunu bulmuşlardır.



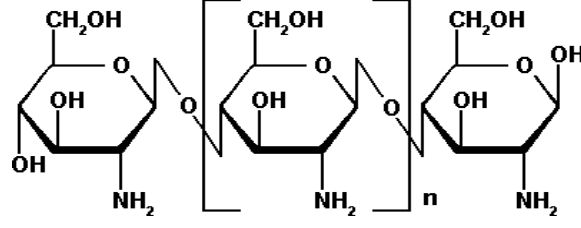
Şekil 2.4. Ksantan gamın kimyasal yapısı

2.2.4. Kitosan

Kitosan çitinin deasetillenmiş bir formu olup, glukozamin ve N-asetil glukozaminin β-(1-4) glikozidik bağları ile bağlanmasıyla oluşan lineer bir kopolimerdir (Şekil 2.5) [71, 72]. Kitosan, çoğunlukla karides ve yengeç kabuklarından üretilen doğal, toksik olmayan biyolojik olarak parçalanabilen bir biyopolimerdir. Doğal olarak bulunan nötral veya asidik birçok polisakkaritin aksine çitosan katyonik özellik göstermektedir [73].

Gıdalarda Kitosan, mikrobiyal bozulmalara karşı koruma [74, 75], yenabilir ve biyolojik olarak parçalanabilir filmlerin üretilmesi [76], atık sularda proteinlerin ve yağların çöktürülmesi [77], antioksidan ajan [78], surimi ve balıkçılık ürünlerinde jelleşmenin geliştirilmesi [79] ve meyve sularının berraklaştırılması/asitliğinin giderilmesi [80] gibi pek çok alanda kullanılabilir. [81]

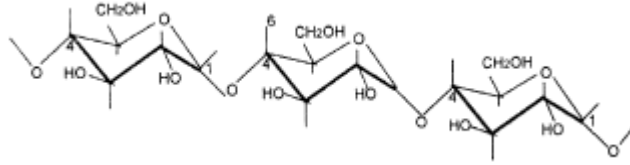
Netoa ve ark [81] gerçekleştirdiği çalışmada, kitosan filmlerinin DTK ile incelenmesiyle elde edilen termogramlarda, 100°C civarında bir pik elde edildiği bildirilmiştir.



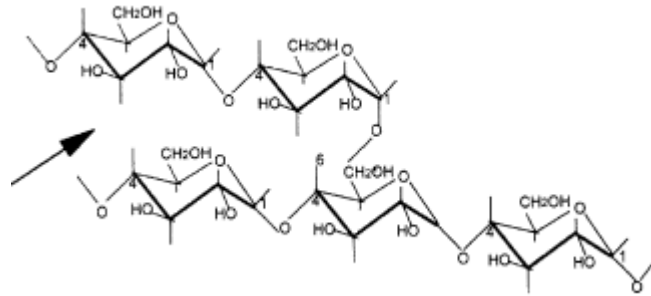
Şekil 2.5. Çitosanın kimyasal formülü

2.2.5. Nişasta

Nişasta glukoz birimlerinin bir araya gelmesi ile oluşan lineer (amiloz, Şekil 2.6) ve dallanmış (Amilopektin, Şekil 2.7) olmak üzere iki moleküler formdan oluşmaktadır. Amiloz çok az oranda dallanma gösterse de, çoğunlukla düz bir zincir olarak kabul edilmekte ve bu zincirin uzunluğu nişastanın kaynağına göre farklılık göstermektedir [82]. Her bir dallanmış amilopektin zinciri 30 tane kadar glukoz birimi içermesine rağmen dallanmış yapıda olmasından dolayı moleküler ağırlığı amilozdan 1000 kat daha fazladır.



Şekil 2.6. Amilozun kimyasal yapısı



Şekil 2.7. Amilopektinin kimyasal yapısı

Nişasta fotosentez ile üretilen en önemli enerji deposudur ve yapraklarda, meyvede ve tohumlarda depolanmaktadır [82]. Patates, mısır, pirinç, buğday, çavdar, arpa, bezelye ve fasulye yüksek oranda nişasta içeren bitkilere örnek olarak verilebilir [82]. Nişasta, noodle ve diğer buğday bazlı gıdalarda [83, 84], balık

krakerlerinde [85], bebek mamalarında [86], dondurmalarda stabilizatör, çorba ve soslarda da kalınlaştırıcı [87] olarak kullanımı yoğun olarak incelenmiştir. Genellikle nişastanın fonksiyonel özellikleri jelatinizasyon ile ortaya çıkmaktadır [87]. Nişasta, fazla suyun varlığında ısıtıldığı zaman jelatinize olmakta ve jelatinizasyon düzenli halden, düzensiz faza geçiş ile karakterize edilmektedir [88]. Jelatinizasyon ile nişasta granülleri geri dönüşümsüz olarak şişmekte, amorf amiloz molekülleri granüllerden dışarı sızmakta ve kristal yapıdaki amilopektin ise erimektedir [82].

DTK, farklı kaynaklardan elde edilen nişastaların jelatinizasyonunu karakterize etmekte oldukça etkili bir cihazdır [88]. DTK nişastanın termal özelliklerinin incelenmesinde yoğun olarak kullanılmasına rağmen; elde edilen sonuçlar, nişastanın jelatinizasyonunun karmaşık olmasından ve farklı ölçüm koşullarının kullanılmasından dolayı, birbirleri ile uyum içinde olmayabilmektedir [89]. Nişastanın termal davranışı diğer termoplastiklerden çok daha karmaşıktır, çünkü nişasta ya da nişastalı ürünlerin ısıtılması esnasında jelatinizasyon, erime, camsı geçiş, kristalizasyon, hacim artışı, moleküler parçalanma ve suyun hareketi gibi birçok fizikokimyasal olay oluşabilmekte ve bu olaylar nem içeriğine bağlı olarak gerçekleşmektedir [89].

Svegmark ve ark. [90], üç farklı yılda üç farklı bölgeden elde edilen normal patates nişastası ve amilopektin patates nişastasının termal özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, amilopektin patates nişastası incelenen her yılda normal patates nişastasına göre daha yüksek jelatinizasyon pik sıcaklığı ve entalpi değerleri verdiği belirtilmiştir. Normal patates nişastasının jelatinizasyon sıcaklığı 58.8-64.2°C aralığında iken, amilopektin patates nişastasının jelatinizasyon sıcaklığının 62.8-68.0°C aralığında olduğu rapor edilmiştir.

Zhou ve ark [91]'nin mumsu ve normal mısır nişastaları üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada nişasta konsantrasyonun % 40 üzerine çıktığında DTK termogramlarında çoklu endotermik pikler gözleendiği bildirilmiştir. Normal nişastada 70°C civarında gözlenen endotermik pik (G), nişasta konsantrasyonu arttırıldığında, değişim göstermezken, 80-100°C aralığında gözlenen M1 piki ve 100°C üzerindeki M2 pikine ait termogramların daha yüksek sıcaklıklara kaydığı ve daha belirgin hale geldiği rapor edilmiştir.

2.3. Kas Proteinleri ile Düşük Yağlı Et Ürünlerinde Kullanılan Hidrokolloidler Arasındaki Etkileşimler.

Kas proteinleri çözünürlük karakteristiklerine göre sarkoplazmik proteinler (Suda çözünebilenler), myofibrillik proteinler (tuzda çözünenler) ve stromal proteinler (çözünmeyen proteinler) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadırlar [92]. Myofibriller proteinler içindeki en yaygın proteinler olan myosin ve aktin, etin işlenmesinde en önemli göreve sahip proteinlerdir, çünkü işleme esnasındaki ısıtma ve devamındaki soğutma işlemleri ile üç boyutlu jeller oluşturabilmektedirler. Bu üç boyutlu jeller işlenmiş et ürünlerinin verim ve tekstrürel özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir [15, 16]. Et sisteminde ısıl işlem ile başlatılan en önemli proses, protein-protein agregasyonu ve jelleşme gibi prosesleri başlatan, proteinlerin termal denatürasyonudur [93]. Kas proteinleri üzerine DTK ile yapılan çalışmalara göre elde edilen termogramlarda 3 temel endotermik pik gözlenmektedir. Bunlardan pik sıcaklıkları 43° – 67°C arasında olan myosin ve altbirimlerine, 67° – 69°C arasında olan sarkoplazmik proteinlere, 71° – 83°C arasında olanların ise aktine ait olduğu sonucuna varılmıştır [94,99]. Gerçekleştirilen çalışmalar bu proteinlerin termal özelliklerinin ortamın pH, tuz tipi ve konsantrasyonundan etkilendiklerini göstermiştir [95, 96].

Gıdalarda proteinler ile polisakkaritler arasındaki etkileşimler, gıdanın fonksiyonel özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla önem taşımaktadır. Gıdaların fonksiyonel özelliklerinin geliştirilebilmesi için de bu etkileşimlerin anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Kas proteinlerinin termal özelliklerinde oluşan değişimler eklenen katkıları ile et proteinleri arasındaki bir etkileşimin bir göstergesi olabileceği vurgulanmaktadır [93, 95, 96].

Verbeken ve ark [92]'nin gerçekleştirdikleri çalışmada myofibriller proteinlerin jelleşme prosesinin κ -karragenanın varlığından ve konsantrasyonundan nasıl etkilendiği incelenmiştir. Et jellerinin, ısıtma ve soğutma işlemleri esnasındaki oluşumları reolojik osilasyon ölçümleri ile belirlenmiş, bunun yanı sıra jellerin gücü ve su tutma kapasiteleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre jellerin özellikleri üstüne esas etkinin et konsantrasyonu olduğu belirtilse de, κ -karragenan eklemenin, jel gücünde, sertliğinde, su tutma kapasitesinde ve kompleks modulusde artışa neden olduğu rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra saf protein networku ile protein/CGN karışımından elde edilen networkun viskoelastik

yapılarının birbirleri ile aynı olmasından dolayı karragennan ile et proteinleri arasında bir etkileşim olmadığı savunulmuştur.

Donatus ve Xiong [93], karragenanların tavuk but ve göğüs etlerindeki proteinler üzerine etkilerini tuz varlığında ve yokluğunda incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre, tuzun olmadığı ortamlarda karragenanların (κ , ι , λ) et proteinleri (myosin, aktin ve sarkoplazmik proteinler) üzerine etkilerinin çok az olduğunu, daha yüksek iyonik güçlü ortamlarda ise (% 2.5 tuz) bu gamların proteinlerin konformasyonel stabilitelerini daha fazla etkilediklerini bildirmişlerdir.

DeFreitas ve ark [95], gerçekleştirdikleri çalışmada myofibriller et proteinleri ve domuz eti ile κ , ι ve λ -karragenan arasındaki etkileşimleri DTK ile incelemişler ve karragenanların et proteinlerinin termal denatürasyon sıcaklıklarında protein-hidrokolloid etkileşimini göstermeyecek kadar düşük seviyede bir değişim meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

Ramirez ve ark [97] farklı kalsiyum seviyelerinde ksantan gam ve keçiyoynuzu gamının, myofibriller proteinlerin jelleşme özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, surimi üretiminde KBG ve KSG'in tek başlarına kullanımı uygun değilken, 0.25/0.75 KSG/KBG oranında kullanımın olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Ayrıca % 0.4 oranında Ca eklenmesi de hidrokolloidlerin etkisini arttırdığı rapor edilmiştir.

Li ve Yeh [98] üç farklı nişastanın (pirinç, patates, mısır), ısıtma esnasında domuz pastırması hamurunun oluşumuna etkilerini DTK ve küçük genlikli osilatör ile incelemiştir. Elde ettikleri DTK sonuçlarına göre nişasta ile et proteinleri arasında ısıtma esnasında herhangi bir kimyasal etkileşim gözlenmediğini bildirmişlerdir. Et/nişasta karışımındaki G' ve G'' sonuçlarındaki artışın ise nişastanın jelatinizasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Chen, Xu ve Wang [99], keten tohumu gamı ve tuzda çözünen et proteinleri karışımlarının termal özelliklerini, dinamik reolojik özelliklerini, tekstür ve mikroyapılarını incelemiştir. Eklenen keten tohumu gamının, tuzda çözünen et proteinlerini geçiş sıcaklıklarını ve storage modülü arttırdığı belirtilmiştir. Elde edilen sonuçların keten tohumu gamı ile proteinler arasında bir etkileşim olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Hachmeister ve Herald [100] düşük yağlı hindi hamurunun oluşturulmasında, dört farklı mısır nişastası, modifiye tapioca ve modifiye patates nişastası kullanmışlar ve elde edilen ürünlerin termal ve reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, modifiye nişastaların ürünün dayanıklılık ve diğer tekstürel özelliklerini geliştirmede farklı davrandığını belirtilmişlerdir. Çapraz bağlanmış nişastaların düşük yağlı kanatlı ürünlerinin üretiminde kullanıldığında, ürünün pişirme ve tekrar ısıtma kayıplarını azalttığını, tekstürel özelliklerinin de modifite patates nişastası ya da tapioca nişastası kullanılmış ürünlere benzediğini rapor etmişlerdir. Bunlara ek olarak çapraz bağlanmış nişastaların termal özellikleri sayesinde üreticinin daha düşük işleme sıcaklıkları kullanabileceğinden dolayı, dumanlama kombinalarının veriminin artacağını ve daha kaliteli ürünler elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Polisakkaritler proteinlerin termal denatürasyon sıcaklıklarını etkilemenin yanı sıra, etin camsı geçiş sıcaklığı üzerine de etki gösterebilmektedir. Gıda sistemlerine biyopolimerlerin eklenmesi ile camsı geçiş sıcaklığı arttırılabilmekte ve ürünler daha yüksek sıcaklıklarda daha uzun süre depolanabilmektedir [101]. Dondurulmuş gıdalar mikrobiyolojik olarak stabil olsalarda, depolama süresince kimyasal ve fiziksel bozulmalara maruz kalabilirler. Gıdaların uzun süre depolanabilmesinin dondurulmuş amorf camsı fazda olmaları ile sağlanabileceği savunulmaktadır. Bu durumdayken moleküller non-periyodik ve non-simetrik bir network oluşturmakta ve muhtemelen moleküllerin immobilize hale geldiği yüksek viskozitelere çıkılmaktadır. Molekülleri bu durumdayken çok sınırlı hareket kabiliyetlerinden dolayı camsı durumdaki bir gıda depolama sırasında zarara uğramamaktadır [102].

Kurozawa, Park ve Hubinger'in [103], gerçekleştirdikleri çalışmada, multidekstrin ve arabik gamın tavuk eti protein hidrolizatının camsı geçiş sıcaklığı (Tg) üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kullanılan katkı maddelerinin hidrolizatın Tg'sini arttırdığı ve bunun sonucunda da hidrolizatın stabilitesine katkıda bulunduğu belirtilmiştir.

Akköse ve Aktaş'ın [104] gerçekleştirdiği bir çalışmada gum arabic ve κ-karragenan bulunan etlerin camsı geçiş sıcaklığı ile -18°C'da depolanan ürünlerin

kalitesinde belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Bu nedenle de ürünler -18°C yerine camsı geçiş sıcaklığı olan -13°C 'da saklanabileceğini belirtmişlerdir.

Yukarıda da açıklandığı gibi, farklı nişasta ve hidrokolloid kullanımı et ürünlerinin termal özelliklerini etkileyebilmektedir. Ayrıca bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar sınırlı sayıda ve elde edilen sonuçlar birbirinden farklıdır. Bu nedenle çalışmada, et ürünlerinden sosisin üretiminde kullanılan farklı nişasta ve yağ ikame maddesi olan hidrokolloidlerin ürünün termal, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi incelenecektir.

2.4. Differansiyel Taramalı Kalorimetre

Differansiyel taramalı kalorimetri (DTK) termal analiz teknikleri içinde en yaygın olarak kullanılanıdır. DTK örnek ve referans arasındaki sıcaklık-sıfır dengesini sürdürmek için gerekli enerjiyi ölçer [105]. DTK analizlerinde kullanılan örnek kapları genellikle 10-20 μl kapasiteli küçük kaplar olup hermetik olarak kapatılabilmekte böylece suyun yapıdan uzaklaşması engellenmektedir. Su içeriği yüksek olan örneklerin analizinde 150°C ve üzerindeki sıcaklıklara çıkılacağına hücrenin bütünlüğü yüksek basınç DTK hücreleri kullanılarak korunabilmektedir.

DTK, erime (birinci derece) ve camsı geçiş sıcaklığı (ikinci derece) geçişlerin analizinde kullanılabilir. Gıdalarda birinci derece geçişler genellikle protein denatürasyonu, nişasta jelatinizasyonu ve yağ kristallerinin erimesi gibi prosesleri içermektedir. Camsı geçiş ise amorf maddelerin bir özelliği olup gıdalarda nişasta granülleri ve dondurulabilen gıdalar camsı geçiş sıcaklığı gösterir. DSC sonuçlarından kinetik veri elde edilebilecek birçok yöntem bulunmakta ve gıda ürünlerinin son kalitesinin tahmin edilmesi ve belirlenmesi için kinetik modeller geliştirilebilir. DSC gıdalarda üç temel biyopolimer olan nişasta, protein ve yağın incelenmesinde kullanılmaktadır [105].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmalar kapsamında kullanılan kıyma yerel kasaplardan, patates ve mısır nişastası, karragenanlar Cargill (İstanbul, Türkiye)'den, guar gam, keçiboynuzu gamı ve ksantan gam GMT-Food (İstanbul Türkiye)'den temin edilmiş olup, sosis üretiminde kullanılan hidrokolloidler dışındaki tüm hammadde ve katkı maddeleri Pınar-Entegre Et ve Un Sanayi A.ř tarafından sağlanmıştır.

3.2. Kıyma ve Model sistemlerin Termal Özelliklerin Belirlenmesi

Kıyma, model sistemler ve sosis örneklerine ait termal özellikler TA Instruments Qseries Differansiyel Taramalı Kalorimetre (DTK) Q20 (Delaware USA) kullanılarak geręekleřtirilmiřtir. Örneklerin analizi geręekleřtirilmeden önce DTK'nın sıcaklık kalibrasyonu indium elementi (erime sıcaklığı 156.6°C ve erime entalpisi 28.5J/g) ile geręekleřtirilmiřtir. Deneyler 50 ml/dak akış hızındaki azot atmosferinde geręekleřtirilmiřtir. Analizler sonucunda elde edilen termogramlar TA universal analysis 2000 programı kullanılarak incelenmiştir.

Patates nişastasının termal özelliklerinin incelenmesi amacıyla % 5'lik patates nişastası çözeltisi, hidrokolloidlerin termal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da % 2'lik çözeltiler hazırlanmış ve bir gece buzdolabında bekletilmiştir. Hazırlanan çözeltilerden alınan örnekler (6.5±0.2 mg) alüminyum hermetik kaplara tartılarak, boş referansa karşı 20-100°C arasında 5°C/dk ile taranmıştır.

Kıymadaki et proteinlerinin denatürasyon sıcaklıklarının belirlenebilmesi için, 6.5±0.2 mg örnek alüminyum örnek kaplarına tartılarak hermetik olarak kapatılmış, DTK'de boş referansa karşı 20-100°C arasında 5°C/dk ile taranmıştır. Camsı geçiş sıcaklığının belirlenmesinde hermetik olarak kapatılan örnek kaplarının DTK hücreesine yerleştirilmesinden sonra örnekler 20°C'da dengelenmiştir. Örnek ve referans kabı dengeye sıcaklığına ulaştığında 5°C/dk ile kaplar -80°C'a soğutulmuş ve bu sıcaklıkta 15 dk tutulmuştur. Süre sonunda kaplar tavlama sıcaklığı olan -20°C'a getirilmiş ve 60 dk. beklenmiştir. Kaplar tekrar -80°C'a soğutulularak 15 dakika bu sıcaklıkta tutulmuş ve devamında 5°C/dk ile 20°C'a kadar taranmıştır.

Model sistemler sosis formülasyonuna benzer şekilde kıyma, yağ ve su karışımına tuz (% 1.5), fosfat (% 0.3), patates nişastası (% 3.2) ve hidrokollodilerin (% 0.5

veya % 1) eklenmesi ile oluşturulmuştur. Karışımlardan 6.5 ± 0.2 mg örnek alınarak alüminyum hermetik kaplara tartılmış ve kaplar hermetik olarak kapatılarak DTK'da 20-100°C arasında 5°C/dk ile tarama gerçekleştirilmiştir.

DTK'dan elde edilen termogramlar TA universal analysis 2000 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Program dahilinde bulunan hesaplama yöntemi ile jelatinizasyon ve denatürasyona ait endotermik piklerin başlangıç ve sonlanma noktaları seçilerek iki nokta arasında integrasyon gerçekleştirilerek entalpi değerleri J/g cinsinden hesaplanmıştır. Program seçilen noktalara ve pik noktasına ait sıcaklıkları vermektedir.

3.3. Model Sistemlerin Emülsiyon Stabilitesinin Belirlenmesi

Model sistemlerin emülsiyon stabilitesi Zhou ve ark [106] ve Hughes ve ark [20] uyguladıkları yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan örneklerden santrifüj kaplarına 10 g tartılmış ve 3600 g'de 1 dk. santrifüjlenmiş (Sigma 3-30K) ve bağlı olmayan su uzaklaştırılmıştır. Santrifüjleme işleminden sonra örnekler 85°C'da 35 dk. ısıtılmış ve 3600 g'de 3 dk tekrar santrifüj işlemi uygulanmıştır. Süpernatant uzaklaştırıldıktan sonra tekrar tartılmış ve toplam salınabilen su (total expressible fluid-TEF) başlangıç ve son ağırlıklar arasındaki farktan bulunmuştur. % TEF miktarı ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ TEF} = (\text{TEF}/\text{örnek ağırlığı}) * 100$$

3.4 Sosis formülasyonlarının oluşturulması ve sosis üretimi

Çalışmada kullanılan sosiler Pınar-Et İzmir Kemalpaşa tesisleri AR-GE bölümünde üretilmiştir.

Kontrol grubuna ait sosiler % 35 sığır eti (% 15 yağlı), % 25 sığır eti (% 30 yağlı), % 15 sığır yağı ve % 25 buz içermektedir. Et/yağ/su karışımının kilogramı başına ilave edilen katkıları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çalışmada kontrol grubu dışındaki örneklerde diğer katkıların oranı sabit tutularak yağ oranı % 5'e düşürülmüş yapı oluşumunun sağlanabilmesi amacıyla farklı oranlarda, farklı hidrokolodiler kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1. Sosis formülasyonları

	Kontrol grubu 1 nolu örnek	Diğer örnekler (2-11)
Bileşenler	%	%
Sığır eti (% 15 yağlı)	35	35
Sığır eti (% 30 yağlı)	25	25
Sığır yağı	15	5
Buz	25	35
Katkılar	%	
Tuz	1.5	1.5
Fosfat	0.3	0.3
Askorbik asit	0.05	0.05
Askorbat	0.05	0.05
Karabiber	0.2	0.2
Kişniş	0.05	0.05
Zencefil	0.04	0.04
Kırmızıbiber	0.2	0.2
Nitrit	0.0125	0.0125
Kazeinat	0.8	0.8
Patates Nişastası	3.2	3.2

Çizelge 3.2. Örneklerin hidrokolloid içerikleri

Örnek no	Kullanılan Hidrokolloid	Hidrokolloid oranı (%)	İsimlendirme
1	-	-	Kontrol
2	Kappa karragenan (κCGN)	0.5	0.5 κCGN
3	κCGN	1	1 κCGN
4	Lamda karragenan (λCGN)	0.5	0.5 λCGN
5	λCGN	1	1 λCGN
6	Guar Gam (GG)	0.5	0.5 GG
7	GG	1	1 GG
8	Ksantan Gam (KSG)	0.5	0.5 KSG
9	KSG	1	1 KSG
10	Kitosan (CHI)	0.5	0.5 CHI
11	CHI	1	1 CHI

Sosislerin hazırlanmasında öncelikle et ve yağ kuterde (Kilia Amlanya, Vakumlu), düşük devirde (1000 dev/dk) kuterlenmiş ve bu esnada buzun bir kısmı ve nişasta dışındaki tüm katkı maddeleri eklenmiştir. Katkı maddelerinin eklenmesinden sonra karışım önce 3500 dev/dk devamında 5500 dev/dk ile hamur sıcaklığı 6°C olana kadar kuterlenmiştir. Sıcaklık 6°C'a ulaştığında nişasta, kazeinat ve buzun kalanı ilave edilerek hamur sıcaklığı 12°C olana kadar 5500dev/dk ile kuterlenmiştir. Oluşan emülsiyon kuterden alınarak dolum makinasına (Mado Almanya) koyulmuş ve 18 Ø yapay kılıflara dolum yapılmış ve elle büküm gerçekleştirilmiştir. Dolum ve büküm işlemlerinden sonra ürünler kombine fırına alınarak ısıtma işlemi uygulanmıştır. Sosislerde ön kurutma aşaması 60°C sıcaklık ve % 60 bağıl nemde 50 dk, tutsüleme 60°C'da % 60 bağıl nemde 50 dk. ve pişirme aşaması ürün iç sıcaklığı 72°C'a ulaştığında 10 dk olacak şekilde

gerçekleştirilmiştir. Örnekler kombine fırından alındıktan sonra 5 dk. Soğuk su duşuna tabii tutularak soğutulmuş ve soyma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ürünler 10'lu olarak vakum paketlenerek 78°C kabin sıcaklığında 30 dk. pastörize edilmişlerdir.

Örnekler Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği'ne ulaştırılıp, 4°C'da 90 günlük depolamaya alınmıştır.

3.5. Sosis Örneklerine Uygulanan Analizler

Her bir formülasyon için sosis üretimleri 2 kez tekrarlanmış analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. pH, TBA, renk, tekstür ve termal analizler üç aylık depolama süresi boyunca 0, 30, 60 ve 90. günlerde; yağ, protein, proses verimi, duyu analizler, TEM ve FTIR analizleri ise depolamanın başlangıcında gerçekleştirilmiştir.

3.5.1. Nem Tayini

Ürünlerin nem içerikleri Vural ve Öztan [107]'a göre depolamanın başlangıcında saptanmıştır.

3.5.2. Yağ Miktarı Tayini

Örneklerin yağ miktarı Soxhlet ekstraksiyon düzeneğiyle çözücü olarak n-hekzan kullanılarak depolamanın başlangıcında saptanmıştır [107].

3.5.3. pH Tayini

pH-metre denemenin yapıldığı sıcaklıkta kesin pH değeri bilinen ve örneklerin pH'sına yakın pH'lı bir tampon çözeltiyle kalibre edilmiştir. Elektrod homojen hale getirilmiş örneklerin içine daldırılıp okuma yapılmıştır. Aynı örneğin farklı yerlerine daldırma yapılarak, alınan ölçümlerin ortalaması alınmıştır. [107]. Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. Günlerde gerçekleştirilmiştir.

3.5.4. Protein Analizi

Sosislerin protein miktarları Vural ve Öztan [107]'a göre depolamanın başlangıcında saptanmıştır.

3.5.5. TBA Analizi

Örneklerin TBA değeri malonaldehit miktarına göre belirlenmiştir. 10 g örnek, 35 ml'lik soğuk (4°C). perklorik asit çözeltisine (% 4'lük, saf su içerisinde) 1 ml BHA ve 1 ml sülfanilamid eklenerek Ultra Turrax Homojenizatör ile 13800 rpm'de 1 dk.

homojen hale getirilmiştir. Örnek Whatman No: 4 filtre kağıdı kullanılarak 50 ml'lik balon jöjeye süzölmüş ve 5 ml destile su ile filtre kağıdı yıkanmıştır. Filtrat % 4 perklorik asitle 50 ml'ye tamamlanmıştır. Tüplere 5 ml ekstrakt ile 5 ml 0.02 M TBA konulup, tüpler $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de su banyosunda TBA-malonaldehit kompleksini oluşturmak amacıyla 40 dk. bekletilmiştir. Su banyosundan alınan tüpler soğutulup UV-spektrofotometre kullanılarak 532 nm'de 5 ml destile su ve 5 ml 0.02 M TBA içeren kör denemeye karşı okuma yapılmıştır. TBA değeri (mg malonaldehit/kg örnek) = $7.8 \times \text{Absorbans değeri}$ şeklinde hesaplanmıştır [108,109]. Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir.

3.5.6. Renk Analizi

Ürünlerin renk ölçümleri 'Minolta Spectrophotometer CM-3600d' cihazıyla Hunter renk skalası baz alınarak kesit alanda gerçekleştirilmiştir. CIE "L*" parlaklık, "a*" kırmızılık, "b*" sarılık değerleri ölçölmüştür [4]. Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir.

3.5.7. Tekstür Profil Analizi

Sosislerin tekstür değerleri Texture Analyser (Ametek Lloyd Instruments Ltd, United Kingdom) aletiyle Warner Bratzier kesme bıçak seti kullanılarak saptanmıştır. Aletin test hızı 200 mm/dk., trigger değeri 0.05 N, sıkıştırma değeri % 50, örnek kesit uzunluğu da 15 mm olarak ayarlanıp ölçümler yapılmıştır. Tekstür kriterleri olarak sertlik 1, sertlik 2, bağlayıcılık, gam özelliği, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerindeki değişimler izlenmiştir [110]. Analizler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir.

Tekstür profil analizinde izlenen parametrelerin açıklamaları

Sertlik 1 (Hardness 1) (N): Örneğin ilk sıkıştırıldığı anda ihtiyaç duyulan maksimum kuvvettir. Örneğin ilk ısırmadaki sertliğini temsil eder.

Sertlik 2 (Hardness 2) (N): Örneğin ikinci kez sıkıştırılması için ihtiyaç duyulan maksimum kuvvet. Örneğin ikinci ısırmadaki sertliğini temsil eder.

Bağlayıcılık (Cohesiveness) (Birimsiz): İkinci sıkıştırma döngüsünün birinciye olan pozitif kuvvet oranıdır.

Gam özelliği (Gumminess) (N): Yarı katı bir örneği yutma amacıyla parçalamak için gerekli olan kuvvettir (Sertlik 1 x Bağlayıcılık).

Esneklik (Springness) (mm): Deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra örneğin orijinal şeklini kazanma yeteneğidir.

Çiğnenebilirlik (Chewiness) (Nmm): Örneği yutma amacıyla çiğnerken yapılan iştir (Esneklik x Gam özelliği).

3.5.8. Su Tutma Kapasitesi Analizi

Örneklerin su tutma kapasiteleri Zayas & Lin [111, 112] tarafından geliştirilen ve Öztan & Vural [113] tarafından modifiye edilen yöntemle göre depolamanın başlangıcında belirlenmiştir.

3.5.9. Termal Özelliklerin Belirlenmesi

Sosislere ait termal özellikler depolama süresince 0, 30, 60 ve 90. günlerde kısım 3.2'de açıklandığı şekilde belirlenmiştir.

3.5.10 Mikroskobik özelliklerin belirlenmesi

Mikroskobik analizler Yer Bilimler Bölümünde taramalı elektron mikroskopisi (TEM) (Zeis EVO50 Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sosis, kıyma ve yağ örnekleri hiçbir işlem yapılmadan örnek tablası ile birlikte analize alınırken, toz haldeki hidrokollodiler ve jelleşmiş örnekler altın kaplanarak alüminyum tutucuya yerleştirilmiş ve analizler 15kW'da gerçekleştirilmiştir.

3.5.11 Fourier dönüşüm infrared spektroskopi (FTIR) analizleri

FTIR-ATR analizleri Atom Enerjisi Kurumu laboratuvarlarında (Sarayköy/ANKARA) gerçekleştirilmiştir. Kurutulup homojenize edilen örnekler yatay ATR ZnSe tablasına koyulmuş 700-4000 cm^{-1} 'lik bölgede 4 cm^{-1} çözünürlükte 32 tarama yapılarak absorpsiyon sonuçları alınmıştır. Örneklerde tarama gerçekleştirilmeden önce referans olarak boş ATR kristali kullanılarak background spektrumu alınmıştır.

3.5.12 Proses verimi

Sosislerin proses verimleri ürünlerin kombine fırına girmeden önce ve kombine fırından çıkıp soğutulduktan sonra tartılmaları ile belirlenmiştir.

3.5.13 Duyusal analizler

Sosisler dış görünüş, kesit görünüş/reng, yapı ve tat-koku özellikleri açısından hedonik skala kullanılarak 10 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Skalada 9 mükemmel, 1 ise çok kötüye temsil etmektedir. Her örnek çiğ ve haşlanmış olarak

panelistlere sunulmuş ve puanlama yapmaları istenmiştir. Toplam kabul edilebilirlik puanları dış görünüş, renk, yapı ve tat-koku kriterlerinin sırası ile 1, 3, 3, 3 ağırlıklı faktörleri ile çarpılıp 10'a bölünmesi ile hesaplanmıştır [114].

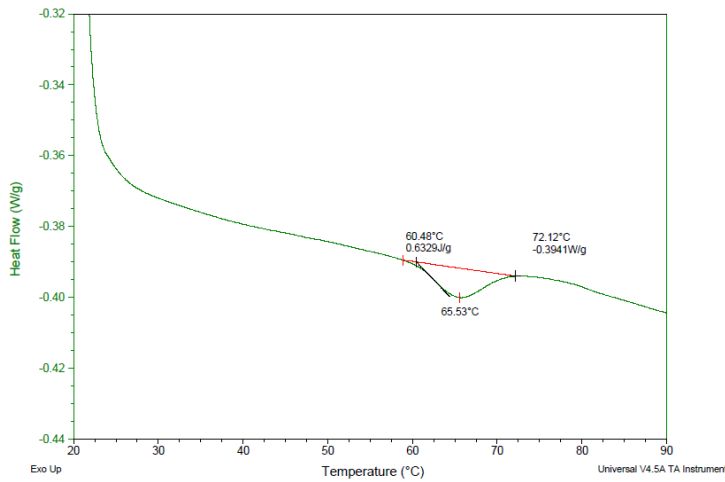
3.5.14 İstatistiksel değerlendirme

DeneySEL çalışmalar sonucunda iki tekerrür ve iki paralel olacak şekilde elde edilen verilerin IBM SPSS statistics 21 kullanılarak istatistiki analizleri gerçekleştirilmiştir. Tüm analiz sonuçlarında tekli varyans çözümlemesi tekniği kullanılmış, önemli bulunan değişkenlere Duncan testi uygulanmıştır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde ve Model Sistemlere Ait Termal Analiz Sonuçları

Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DTK) ile elde edilen termogramlar TA Universal Analysis 2000 ile incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre patates nişastasının jelatinizasyon sıcaklığı 65.53°C, ksantan gamın termal geçiş sıcaklığı 87.73°C olarak bulunmuştur (Şekil 4.1). DTK sonuçlarına göre κCRG'ın termal olarak geri dönüşümlü olduğu bulunmuş, jel-sol geçişi pik sıcaklığı 56.15°C, sol-gel geçiş sıcaklığı ise 38.29°C olarak belirlenmiştir. Guar gam, λCRG ve kitosan için 20-100°C aralığında belirgin bir pik elde edilememiştir.



Şekil 4.1. Patates nişastasına ait DTK termogramı

Svegmark ve ark. [90] normal patates nişastası ve amilopektin patates nişastası ile gerçekleştirdikleri çalışmada, farklı kaynaklardan elde edilen patates nişastalarını 1:3 nişasta:su oranına göre hazırlamış ve 17-97°C arasında 10°C/dk ile analiz etmiş ve jelatinizasyon sıcaklıklarının 58.8-62.3°C arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Karlsson ve ark. [115] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, patatesin farklı bölgelerinden ekstrakte edilen nişastalar, nişasta su oranı 1:3.25 olacak şekilde hazırlanmış ve 15-120°C aralığında 10°C/dk ile analiz edilmiş ve jelatinizasyon sıcaklıklarının 66.4-70.8 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Patates nişastası üzerinde gerçekleştirilen DTK analizi sonuçları bu değerlere yakın bulunmuştur. Literatür ile karşılaştırıldığında sonuçlarda meydana gelen küçük değişimler, örnek

hazırlama metotları, analiz koşulları ve elde edilen termogramlarda gerçekleştirilen analizlerden kaynaklanabilmektedir.

Tomsic ve ark [51] κ CGN ve metil selüloz jellerinin termal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında % 1 ve 2'lik κ CGN ve metil selüloz çözeltilerini, deiyonize su içeren referansa karşı 10-80°C aralığında 1°C/dk ile DTK'da taramışlar ve κ CGN'ın jel-sol geçiş sıcaklığını % 1'lik çözelti için 40.9°C, % 2'lik çözelti için 51.6°C olarak, sol-jel geçişlerini ise % 1'lik çözelti için 28.4°C, % 2'lik çözelti için ise 36.7°C olarak bulmuşlardır.

DeFreitas ve ark [95] et proteinleri ile κ CGN arasındaki etkileşimleri inceledikleri çalışmalarında; 25-110°C arasında 10°C/dk ile analiz edilmiş örneklerde % 0.5 oranında κ CGN çözeltisine ait termal geçiş piki belirlenemediğini, % 2'lik κ CGN çözeltisine ait termal geçişine ait pik sıcaklığının ise 54.5°C olarak bulunduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmamızda κ CGN'a ait jel-sol ve sol-jel geçiş sıcaklıkları daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin analiz koşullarının ve örneklerin saflılıklarının aynı olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gliko-Kabir ve ark [60] guar gamın termal özellikleri üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında guar gama ait 246 ve 296°C'da iki endotermik pik, 310°C ise bir ekzotermik pik bulunduğunu belirtmişlerdir. Sorrenti ve ark [116] λ -CGN ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında ise farklı partikül büyüklüğüne sahip λ CGN'ın differansiyel taramalı kalorimetrede 187-213°C arasında endotermik pik verdiğini bulmuşlardır. Çalışmamızda guar gam ve λ CGN için 20-100°C arasında pik elde edilememiş, çalışma aralığı bu sıcaklıklar arasında olduğundan daha yüksek sıcaklıklara çıkılmamıştır.

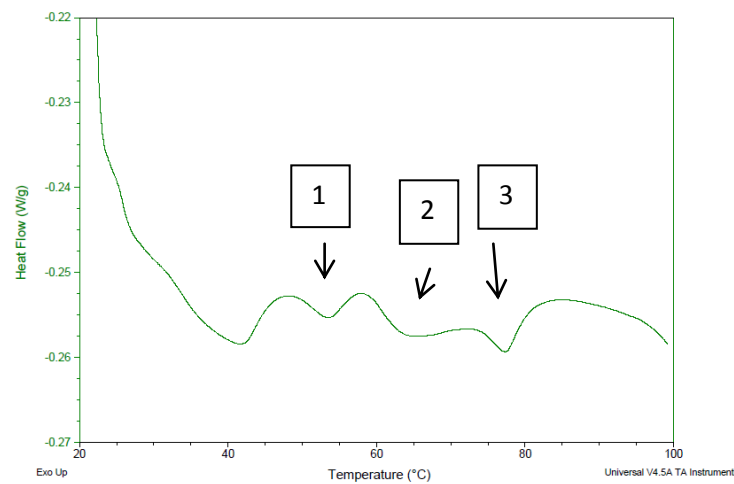
Mundargi ve ark [117] ksantan gam ve kopolimerlerinin özelliklerini inceledikleri çalışmalarında ksantan gamın 65°C'da endotermik pik verdiğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda ksantan gama ait endotermik pik daha yüksek sıcaklıkta bulunmuş bu durumun örnek hazırlama, analiz ve ksantan gamın safsızlığındaki farklılardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Şekil 4.2 ve Çizelge 4.1'da sırası ile kıymaya ait DTK termogramı ve denatürasyon sıcaklıkları verilmiştir. Elde edilen termogramda 1 no'lu pik myosin denatürasyonunu, 2 no'lu pik sarkoplazmik proteinlerin ve 3 no'lu pik aktinin

denatürasyon piklerini temsil etmektedir. Proteinlerin denatürasyon pik sıcaklıkları 57.42°C, 64.21°C ve 78.58°C olarak bulunmuştur. Bu sıcaklıklar sırası ile myosin, sarkoplazmik proteinler ve aktinin denatürasyon sıcaklıklarını temsil etmektedir. Kıymaya % 2 oranında tuz eklendiğinde, myosine ait Tp değeri 56.23'e, aktininki ise 74.41'e düşerken, sarkoplazmik proteinlerin Tp değeri 67.39'a yükselmiştir. Proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarında meydana gelen azalma proteinlerin stabilize olduğunun ve denatürasyona daha az dayanıklı hale geldiğinin göstergesidir.

Chen ve ark [99] keten tohumu gamı ile et proteinleri arasındaki etkileşimleri inceledikleri çalışmalarında; tuz ve keten tohumu gamı içermeyen etin DTK termogramının 3 temel pik gösterdiğini, bu pik sıcaklıklarının (Tp) 58.4°C, 66.6°C ve 81.9°C olduğunu ve sırası ile myosin, sarkoplazmik proteinler ve aktine ait olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca iyonik gücün et proteinlerin termal geçişlerini etkilediğini ve % 2.5 oranında tuz eklenmesi durumunda myosin ve aktinin Tp değerlerinin sırası ile 3°C ve 8.5°C azaldığını, buna karşılık sarkoplazmik proteinlerin Tp değerinin 1.9°C arttığını rapor etmişlerdir. Strabursvik ve ark [118], domuz etine ait geçiş sıcaklıklarından 58 ve 66°C'in myosine, 78°C'in ise aktine ait olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda da et proteinlerinin denatürasyon pik sıcaklıkları için elde edilen sonuçlar literatürde belirtilen sıcaklıklara yakın bulunmuştur. Tuz eklemenin benzer bir etki gösterdiği ve myofibriler proteinleri stabilize ettiği belirlenmiştir.



Şekil 4.2.Kıymaya ait DTK termogramı.

Kıymaya tuz (% 1.5), fosfat (% 0.3), patates nişastası (% 4) ve hidrokolloidler (% 0.5 ve 1) eklenerek hazırlanan model sistemlerde gerçekleştirilen DTK analizlerine ait sonuçlar çizelge 4.1'de verilmiştir. Tuz eklendiğinde myosine ait denatürasyon pik sıcaklığı (T_p) değerlerinde gözlenen azalma, fosfat ve diğer katkı maddelerinin eklenmesi ile (% 0.5 κ CGN eklenen örnek hariç) artış göstermiştir. Pighin ve ark. [94] ve Findlay and Barbut [119] tuz ve fosfatlar birlikte kullanıldığında % 1'den yüksek tuz konsantrasyonlarında fosfatların etkisinin minimize olduğunu ve proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarındaki değişimde temel etkiyi tuzun gösterdiğini belirtmişlerdir. Buna göre örneklerin myosine ait T_p değerlerinde meydana gelen artıştaki temel etkinin eklenen katkı maddelerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Sarkoplazmik proteinler ve aktine ait T_p değerlerine bakıldığında ise iki pik arasında ayırım yapılamamış ve tek bir pik olarak belirlenmiştir. Bu durum sarkoplazmik proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarındaki artış, aktinin denatürasyon sıcaklıklarında ise azalma meydana gelmesinden kaynaklanmıştır. Denatürasyon sıcaklıklarında meydana gelen kaymaların hidrokolloidler ile proteinlerin arasında meydana gelen etkileşimlerden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. İkinci pike ait T_p değerleri kontrol ile karşılaştırıldığında 1κ CGN, 1λ CGN, 1GG, 1KSG ve 0.5CHI'na ait T_p değerlerinde artış belirlenirken diğer örneklerin T_p değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Proteinler üzerindeki pozitif yüklü NH_3^+ gruplarının κ ve λ -CGN'da bulunan OSO^{3-} grupları ile güçlü kompleksler oluşturdukları belirtilmiştir [41]. Bu katkı maddelerinden κ CGN'in % 0.5 oranında kullanıldığı örnekte, myosine ait T_p değerinde azalma bulunurken, ikinci pike ait T_p değerinde çok düşük oranda artış gözlenmiştir. κ CGN % 1 oranında kullanıldığında ise (1κ CGN) myosinin T_p değerinde hafif bir yükselme, ikinci pikte ise kontrole göre önemli bir yükselme belirlenmiştir. λ CGN'nin kullanıldığı örneklerde ise her iki konsantrasyonda myosine ait T_p değerinde düşük oranda yükselme gözlenirken, ikinci pikte % 0.5 oranında kullanıldığında az, % 1 oranında kullanıldığında ise önemli bir artış belirlenmiştir. Sonuçlardan görüldüğü üzere kullanılan CGN'lerin konsantrasyonu arttırıldığında proteinlerin denatürasyon sıcaklıkları daha fazla etkilenmiştir. Bunun yanı sıra λ CGN kullanılan örneklerde T_p değerlerinde meydana gelen artışın

κ CGN kullanılan örneklere göre daha fazla olduğu gözlenmiş, bu durumun λ CGN'in yapısında bulunan OSO^{3-} gruplarının κ CGN'dan daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum karragenanlar ile proteinler arasında bir etkileşim olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Marchetti ve ark [120] balık yağı ve farklı hidrokolloidler (süt proteini konsantresi, peynir altı suyu konsantresi termal olarak işlenmiş peynir altı suyu konsantresi, ovalbumin, hidroksipropilmetilselüloz, metilselülöz ve κ -karragenan karışımı ya da ksantan-keçiboynuzu gamı karışımı) kullanarak ürettikleri düşük yağlı sosis hamurunda dolum öncesinde gerçekleştirdikleri DTK analizi sonuçlarında iki pik belirlemişler, bu piklerden birincisinin myosine, ikincisinin ise sarkoplazmik proteinler ve aktinin bir araya gelmesinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Piklerin T_p değerlerinde artış, entalpi değerlerinde ise kontrole göre azalma bulmuşlar, ürünlerin termal özelliklerinde meydana gelen değişimlerin yapıda denatürasyon için gerekli su miktarının farklı miktarlarda olmasından kaynaklandığını vurgulamışlardır.

Model sistemlerde gerçekleştirilen DTK incelemelerimizde benzer şekilde proteinlerin T_p değerlerinde artış entalpi değerlerinde ise azalma olduğu belirlenmiştir.

Donatus and Xiong [93]'un tavuk eti proteinlerinin CGN'lar ile etkileşimini inceledikleri çalışmalarında, CGN ve tuz içermeyen örneklerin 3 temel denatürasyon piki verdiklerini ve bunların $63.3^{\circ}C$ ağır mermyosin (myosinin baş kısmı), $67.7^{\circ}C$ sarkoplazmik proteinler/myosin kuyruğu/bağ doku ve $78.3^{\circ}C$ aktin olduğunu belirlemişlerdir. % 2 oranında eklenen CGN'ların ikinci pikin analiz edilmesini engellediğini, % 2 oranında κ CGN'in birinci pikin T_p değerini $63.3^{\circ}C$ 'den $64.4^{\circ}C$ 'e yükselttiğini ve üçüncü pikin T_p değerini $78.3^{\circ}C$ 'den $76.3^{\circ}C$ 'e düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca λ CGN varlığında 3. pikin T_p değerinin azaldığı ve $77.2^{\circ}C$ olduğunu bulmuşlardır. Ancak NaCl olmadığı durumda gamların termal geçişlerinin toplam entalpi değerlerinin etkilenmediği belirtilmiştir. Gamların yanı sıra ortama % 2.5 oranında tuz eklendiğinde ise κ CGN'in bir ve üçüncü piklerin termal stabilitesini etkilediğini, ancak sarkoplazmik proteinler üzerine bir etkisi olmadığını, tuzlu ve tuzsuz örneklerin termogramlarının κ CGN etkisinin iyonik güce bağlı olduğunu vurgusu yapılmıştır.

Horn ve ark [121] kitosan ve kollajenin etkileşimleri üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, kitosan eklemenin kollajenin denatürasyon sıcaklıklarını düşürdüğünü ve bunun muhtemelen kitosan ile kollajenin yapısında meydana gelen elektrostatik etkileşimlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Gerçekleştirilen bir başka çalışmada, pastırma üretiminin farklı basamaklarında myofibriller proteinlerde meydana gelen değişimler incelenmiş ve elde edilen sonuçlara göre, üretimin myosinin Tp değeri üzerine daha fazla etkisi olduğu ve bunun myosinin Tp değerinde meydana gelen azalma ile gösterildiği belirtilmiştir. Ayrıca myosinin aktine göre denatürasyona daha az dayanıklı hale geldiği vurgulanmıştır. Myosinin Tp değerinde meydana gelen azalmanın termal stabilitenin azaldığının bir göstergesi olduğu ve bu durumun myosinin denatürasyon geçişinde yer alan bazı alt birimlerin serbest kalmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir [122].

Pighin ve ark [94] tuz ve tripolifosfatların (TPP) et proteinleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, % 0.7 oranında tuz eklemenin myosinin ΔH ve aktinin Tp değerini azalttığını, buna karşılık myosinin Tp ve aktinin ΔH değerinde çok az değişim meydana geldiğini bulmuşlar ve bu sonuçların tuz varlığında aktinin destabilize olduğunu, termal denatürasyona daha yatkın olduğunun bir göstergesi olabileceğini belirtmişlerdir. Myosinin ΔH değerinde meydana gelen azalmanın ise, hidrojen bağlarında oluşan azalma ve/veya protein agregasyonunda (ekzotermik) meydana gelen artıştan kaynaklanabileceği vurgulanmıştır. % 0.25 oranında TPP kullanımının ise sarkoplazmik proteinlerin Tp değerini önemli derecede, myosinin Tp ve aktinin ise ΔH değerinin ise bir miktar arttırdığı belirtilmiştir. Bu bulguların TPP'nin, pH yada iyonik güç yerine, hidrofobik etkileşimleri değiştirerek önemli stabilize edici etki gösterdiğini vurgulamışlardır. Tuz ve TPP birlikte kullanıldığında ise sarkoplazmik proteinlere ait Tp değerinin belirgin bir artış gözleendiği belirtilmiş ve bu artışın ilgili proteinlerde stabilizasyonunun arttığının bir göstergesi olduğu belirtilmiştir. Sarkoplazmik proteinlerin ΔH değerindeki azalmanın ise muhtemelen ekzotermik protein agregasyonu ile ilgili olduğu rapor edilmiştir. Buna karşın aktinin Tp değerinde tuz ve TPP varlığında önemli bir azalma gözleendiği vurgulanmıştır. Ayrıca, sisteme eklenen tuz miktarının artırılması durumunda,

destabilize etkinin tuzun tek başına kullanıldığı duruma benzediğini ve TPP etkisini baskıladığı da belirtilmiştir [94].

Findlay and Barbut [119] benzer şekilde yapıya eklenen tuzun (% 0.5-2) myosinin T_p değerini azalttığını, buna karşın TPP (% 0.2-0.6) myosinin stabilitesini arttırdığını belirtmişlerdir. Tuz konsantrasyonunun % 1'den az olduğu durumlarda TPP'nin ΔH_T üzerine artırıcı etkisinin baskın olduğu vurgulanırken, tuz konsantrasyonu artırıldığında fosfatların etkisinin azaldığını vurgulamışlardır.

Tez çalışması kapsamında üretim esnasında % 1.5 oranında tuz kullanıldığından dolayı, proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarında meydana gelen değişimlerin temelde tuz ve hidrokolloidlerden kaynaklandığı kabul edilmiştir. Daha öncede belirtildiği üzere proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarında meydana gelen azalma proteinlerin stabilize olduğunun ve denatürasyona karşı daha az dayanıklı hale geldiğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Hidrokolloidlerin eklendiği örneklerde myosinin T_p değerinde meydana gelen artış myosinin stabilize olduğunun, aktinin T_p değerindeki azalma ise stabilize olduğunun bir göstergesidir. Proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarında meydana gelen değişimler, hidrokolloidler ile proteinlerin arasında bir etkileşim olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Çizelge 4.1: Emülsiyon stabilitesi belirlenen örneklere ait DTK sonuçları

Örnek no	T _{o1}	T _{p1}	T _{c1}	ΔH ₁ (j/g)	T _{o2}	T _{p2}	T _{c2}	ΔH ₂ (J/g)	T _{o3}	T _{p3}	T _{c3}	ΔH ₃ (J/g)	ΔH _T (J/g)
K	54.46	57.42	59.12	0.05	60.00	64.21	71.02	0.49	74.61	78.58	82.83	0.20	0.74
KT	54.04	56.23	59.92	0.03	63.63	67.39	71.62	0.39	72.42	74.41	76.96	0.04	0.46
Kontrol	52.59	57.08	60.74	0,02	64.37	68.10	76.84	1,08					1.09
0.5κCGN	54.98	55.39	59.83	0,18	64.26	67.83	76.69	1.11					1.29
1κCGN	53.54	57.26	61.22	0,05	65.00	69.35	77.26	0,75					0.80
0.5λCGN	53.68	57.30	61.34	0,05	64.56	68.89	77.26	0.64					0.69
1λCGN	55.19	58.43	64.14	0.23	65.53	70.22	76.05	0.35					0.58
0.5GG	54.36	57.93	61.59	0.07	64.49	68.62	76.17	0.54					0.61
1GG	55.96	59.29	63.53	0.08	65.09	69.51	76.65	0.49					0.57
0.5KSG	55.21	58.28	62.80	0.04	64.52	68.52	77.26	0.72					0.75
1KSG	54.22	57.85	63.41	0.09	65.09	69.09	77.63	0.42					0.51
0.5CHI	56.37	59.58	65.35	0.13	66.19	70.26	78.35	0.35					0.48
1CHI	57.88	60.13	62.92	0.02	65.11	68.95	76.29	0.41					0.43

K: Kıyma, KT: Kıyma+% 1.5 Tuz, T_{o1}: Myosine ait başlangıç sıcaklığı, T_{p1}:Myosine ait pik sıcaklığı, T_{c1}: Myosine ait tamamlanma sıcaklığı, T_{o2}: Sarkoplazmik proteinlere ait başlangıç sıcaklığı, T_{p2}: Sarkoplazmik proteinlere ait pik sıcaklığı, T_{c2}: Sarkoplazmik proteinlere ait tamamlanma sıcaklığı, T_{o3}: Aktine ait başlangıç sıcaklığı, T_{p3}: Aktine ait pik sıcaklığı, T_{c3}: Aktine ait tamamlanma sıcaklığı. ΔH: Proteinlerin denatürasyonu için gerekli entalpi (j/g)

4.2. Farklı Hidrokolloidler Kullanılarak Üretilen Sosislere Ait Analiz Sonuçları

4.2.1. Proses Verimi, Pişme Kaybı ve Emülsiyon Stabilitesi.

Farklı hidrokolloidlerin kullanımı ile üretilen sosislerin proses verimi, pişme kaybı ve emülsiyon stabilitesi değerleri çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.2'de verilen proses verimi ve pişme kaybı değerleri incelendiğinde; en yüksek verim kontrol grubunda, en düşük verim ise % 1 oranında kitosan kullanılan örnekte bulunmuştur. Bu durumun hidrokolloidlerin kullanıldığı ürünlerde kontrole oranla daha fazla su kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Andres ve ark. [1], gerçekleştirdikleri çalışmada hem kontrol grubunda hem de yağ oranı azaltılan sosislerde peynir altı suyu proteini, ksantan gam ve guar gam kullanarak üründe meydana gelen değişimleri incelemişler ve elde edilen ürünlerin proses verimlerinin % 94-97 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Proses verimi sosislerin pişirilmesi esnasında meydana gelen ağırlık kaybının belirlenmesinde pratik bir yöntemdir. Çalışmamızda elde edilen proses verimi değerleri % 91.47 ile % 93.46 arasında olup, Andres ve ark. [1]'nin elde ettiği sonuçlara göre daha düşük bulunmuştur. Bu durumun üretim basamaklarındaki ve hammaddelerdeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Cierach ve ark. [13] farklı karragenanlar kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada pişme kaybının karragenan kullanılan ürünlerde daha az olduğunu, ancak istatistiki olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Lin ve ark [123] et ürünlerinde yağ:protein oranını azaltmanın su kaybının artmasına neden olacağını belirtmişlerdir. Proses verimi protein matriksinin yağ ve suyu immobilize edebilme yeteneğine bağlıdır. Ancak, düşük yağlı et karışımlarında, katkıların jelleşme özellikleri ve su tutma kapasitelerinin, emülsiyon oluşmasına göre daha fazla role sahip oldukları belirtilmektedir [124].

Bizim çalışmamızda da elde edilen sonuçlarda yağ:protein oranı azalan ürünlerin pişme kayıpları artmaktadır, ancak kullanılan farklı hidrokolloidler bu değişimi farklı şekilde etkilemişler, % 0.5 oranında guar gam kullanılan örneğin yağ/protein oranı kontrole göre azalsa da pişirme kaybı kontrole göre daha düşük bulunmuştur. Hidrokolloidlerin pişme kaybını farklı şekillerde etkilemesi sahip oldukları jelleşme ve su tutma kapasitesi özelliklerine bağlanmıştır.

Candoğan ve Kolsarici [4]'nin gerçekleştirdikleri bir çalışmada, karragenan ve pektin kullanılarak üretilen az yağlı sosislerin özellikleri incelenmiş ve karragenan miktarının arttırılması ile ürünlerin emülsiyon stabilitesinin arttığını belirlemişlerdir.

Çalışmamızda da benzer şekilde hidrokolloidlerin oranları arttırıldığında emülsiyon stabilitesinin arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.2'de emülsiyon stabilitesi toplam salınan sıvı (total expressible fluids-TEF) cinsinden verilmiştir. Emülsiyon stabilitesi deneylerinde, elde edilen değerin yüksek olması daha fazla su ve yağ salımının göstergesidir [106].

Çizelge 4.2'de de gözlendiği gibi kullanılan hidrokolloidlerin oranı arttırıldığıa % TEF oranı azalmakta yani daha stabil emülsiyonlar elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında 0.5κCGN ve 0.5λCGN rneklelerinin TEF değerleri kontrole daha yüksek bulunmuş ancak önemli bir fark olmadığı ($p>0.05$), buna karşın 0.5CHI ve 1CHI rneklelerindeki artışın kontrole göre önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Diğer rneklelerin TEF değerleri kontrole göre daha düşük bulunmuş ancak yalnızca 1KSG ve 1GG rneklelerinde kontrole göre önemli bir fark olduğu gözlenmiştir.

Luruena-martinez ve ark [5], keçiboynuzu/ksantan gam kullanılan düşük yağlı rnlerin % TEF değerlerinin ve pişirme kayıplarının kontrole göre daha düşük olduğunu bulunmuşlardır. Ayrıca pişirme kaybı ve emülsiyon stabilitesi (% TEF) arasındaki farkın, pişirme işleminin yavaş ve uzun zamanda gerçekleşmesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Her iki analizde de kullanılan sıcaklıklar benzer olsa da, pişirme kaybının hesaplandığı durumda ürünler fırında zamanla istenilen sıcaklığa gelmekte ve ürün soğutulmaktadır. Emülsiyon stabilitesinin hesaplandığı deneylerde ise küçük miktarlardaki karışım istenilen sıcaklığa kısa sürede ulaşmakta ve jelin oluşumunu ve gücünü geliştirdiği ve gam miktarı arttığıa yapıdaki nemin tutulmasını arttırdığını vurgulamaktadırlar.

Çizelge 4.2: Sosislere ait proses verimi (%), pişme kaybı ve emülsiyon stabilitesi değerleri

Örnek	Verim (%)	Pişme kaybı (%)	TEF(%)	Yağ/protein
Kontrol	93.46	6.54	3.34 ± 0.56 ^{cd}	1.86
0.5κCGN	91.85	8.15	4.12 ± 1.22 ^d	1.66
1κCGN	92.42	7.58	2.35 ± 0.73 ^{bc}	1.77
0.5λCGN	92.59	7.41	4.47 ± 0.86 ^d	1.83
1λCGN	92.46	7.54	2.45 ± 1.31 ^{bc}	1.59
0.5GG	93.87	6.13	2.34 ± 0.56 ^{bc}	1.79
1GG	93.16	6.84	0.90 ± 0.60 ^{ab}	1.66
0.5KSG	92.37	7.63	1.70 ± 1.21 ^{abc}	1.70
1KSG	93.19	6.81	0.56 ± 0.24 ^a	1.72
0.5CHI	91.93	8.07	6.76 ± 1.31 ^e	1.66
1CHI	91.47	8.53	5.99 ± 0.16 ^e	1.51

a-e: aynı kolondaki farklı üstel harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05). TEF: toplam salınan sıvı

Elde ettiğimiz sonuçlara göre bazı örneklerde % TEF artarken pişirme kayıpları artmış ancak 1κCGN, 1λCGN, 1GG, 0.5KSG ve 1KSG örneklerinde % TEF değerleri kontrole göre daha düşük bulunmasına rağmen pişirme kayıplarının yüksek olduğu bulunmuştur. Hughes ve ark. [125]'nin gerçekleştirdikleri çalışmada da pişirme kaybı arttığında % TEF değeri de artarken, Crehan ve ark [126] pişirme kayıpları ile % TEF arasında negatif korelasyon bulmuşlardır.

4.2.2. % Nem, Yağ, Protein ve Su Tutma Kapasitesi Değerleri

Denemeler kapsamında üretilen sosislere ait % nem, yağ ve protein miktarları çizelge 4.3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sosislerin nem miktarları % 66.24 – 60.24 arasında değişmektedir. Et ve et Ürünleri Tebliğine [127] göre

emülsifiye et ürünlerinin nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı kütlice 6.5'in altında olması gerektiği belirtilmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre tüm ürünlerin nem/protein oranları belirtilen değerlerin altındadır. Nem değerlerinin istatistiki olarak değerlendirilmesine baktığımızda ise 1KSG örneği dışındaki örneklerin nem değerleri kontrole göre önemli farklılık göstermişlerdir ($p < 0.05$).

Örneklerin yağ içerikleri incelendiğinde; kontrol grubunun, yağı azaltılarak üretilmiş örneklerle göre belirgin şekilde yüksek olduğu bulunmuştur. Et ve et ürünleri tebliğine [127] göre emülsifiye et ürünlerinin yağ miktarının toplam et proteini miktarına oranı 3.2'nin altında olması gerektiği belirtilmiştir. Ürünlere ait yağ/protein sonuçlarına bakıldığında tüm sonuçların 3.2'nin altında olduğu gözlenmiştir.

Farklı hidrokolloidler kullanılarak üretilen sosislerin protein içerikleri incelendiğinde ise kontrol grubunun protein içeriğinin % 13.74 olduğu, diğer örneklerin protein içeriklerinin ise % 9.88 ile 11.43 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yağ miktarının azaltılarak yapıdaki su miktarını arttırmanın ürünlerin protein içeriklerini önemli derecede etkilediği bulunmuştur ($p < 0.05$). Et ve Et Ürünleri Tebliğinde (126) toplam et proteininin kütlice en az %10 olması gerektiği belirtilmektedir. Sonuçlara bakıldığında 0.5λCGN içeren örnek dışındaki tüm örnekler bu değerlerin üstünde protein değerleri içermektedir.

Çizelge 4.3'de verilen sosislerde su tutma kapasitesi değerleri incelendiğinde 1λCGN, 0.5GG, 1GG ve 1KSG örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri kontrole göre yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Diğer örnekler ve kontrol grubunun sonuçları arasında önemli bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Kullanılan hidrokolloidlerin oranının % 0.5'den % 1 yükseltilmesinin su tutma kapasitesini geliştirdiği (kitosan içeren örnekler hariç) gözlenmiştir. Su tutma kapasitesi değeri en iyi olan örneğin % 1 λ-karragenan kullanılan örnek olduğu belirlenmiştir.

Karragenan ve pektin kullanılarak üretilen düşük yağlı sosisler üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, kullanılan karragenan miktarının arttırılmasının sosislerin su tutma kapasitesini arttırdığı, yüksek yağ içerikli sosisin su tutma kapasitesi kadar iyi sonuç verdiği belirtilmiştir [4]

Cierach ve ark. [13] farklı karragenanlar kullanarak % 20 ve % 10 oranında yağ içeren sosisler üretmiş ve ürünlerin özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemişler, nem ve yağ değerlerinin karragenan kullanılan örneklerde kontrollere göre arttığını, protein miktarlarının ise azaldığını bildirmişlerdir.

Luruena-Martinez ve ark. [5] ürünlerdeki hayvansal yağı azaltıp, zeytinyağı ve keçiyoynuzu/ksantan gam karışımı ile ürettikleri domuz sosislerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, yağ miktarının azaltıldığı ürünlerde nem oranını daha yüksek, protein içeriğinin ise önemli derecede etkilenmediğini bulmuşlardır. Yağ değerlerinin ise beklenen seviyelerde çıktığı belirtilmiştir.

Karragenan ve soya proteini kullanarak üretilen sosislerin protein içeriklerinin kontrole göre biraz yükseldiği belirtilmiş, bu etkinin pişirme esnasında uzaklaşan nemden kaynaklanabileceği vurgulanmıştır [21].

Elde ettiğimiz sonuçlara göre kontrol grubunun % nem değerleri beklenen seviyede çıkarken, yağ oranı azaltılarak hidrokolloidlerin eklendiği ürünlerin nem değerlerinin beklenilenin altında çıkmıştır. Bu durumun hidrokolloidlerin suyu yapılarında farklı derecede tutmalarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. % yağ oranlarına baktığımızda ise örneklerin yağ içeriklerinin beklenen seviyede çıktığı gözlenmiştir.

Wallingford and Labuza [128] düşük yağlı et emülsiyonlarında birçok farklı hidrokolloidin su bağlama kapasitelerini incelemişler ve eklenen suyu yapıda tutan en iyi gamın ksantan gam olduğunu bulmuşlardır. Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında % 1 oranında ksantan gam kullanımının su tutma kapasitesini önemli derecede geliştirdiği, ancak en yüksek sonucu % 1 oranında kullanılan λ -karragenanın verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.3: Sosislere ait nem (%), yağ (%), protein (%) ve su tutma kapasitesi değerleri

Örnek	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)	STK	Nem/protein	Yağ/protein
Kontrol	62.44 ± 0.72 ^c	25.89 ± 0.83 ^b	13.74 ± 0.26 ^e	0.31 ± 0.09 ^a	4.48	1.86
0.5κCGN	64.18 ± 0.22 ^d	18.27 ± 0.32 ^a	10.99 ± 0.22 ^{bcd}	0.37 ± 0.17 ^{ab}	5.84	1.66
1κCGN	60.24 ± 0.46 ^a	18.15 ± 9.82 ^a	10.25 ± 0.45 ^{ab}	0.45 ± 0.12 ^{ab}	5.88	1.77
0.5λCGN	61.39 ± 0.44 ^b	18.06 ± 8.25 ^a	9.88 ± 0.56 ^a	0.27 ± 0.08 ^a	6.22	1.83
1λCGN	65.14 ± 0.96 ^d	17.65 ± 1.17 ^a	11.09 ± 1.01 ^{cd}	0.81 ± 0.07 ^d	5.87	1.59
0.5GG	64.65 ± 0.38 ^d	19.56 ± 4.34 ^a	10.95 ± 0.62 ^{bcd}	0.57 ± 0.06 ^{bc}	5.90	1.79
1GG	66.24 ± 0.37 ^e	17.43 ± 0.54 ^a	10.50 ± 0.37 ^{abc}	0.67 ± 0.18 ^c	6.31	1.66
0.5KSG	64.66 ± 0.40 ^d	18.31 ± 0.97 ^a	10.75 ± 0.37 ^{bcd}	0.29 ± 0.24 ^a	6.02	1.70
1KSG	62.64 ± 1.25 ^c	18.08 ± 0.47 ^a	10.50 ± 0.26 ^{abc}	0.74 ± 0.09 ^c	5.97	1.72
0.5CHI	64.71 ± 0.43 ^d	18.09 ± 0.71 ^a	10.90 ± 0.33 ^{bcd}	0.35 ± 0.13 ^{ab}	5.94	1.66
1CHI	64.43 ± 0.44 ^d	17.22 ± 1.20 ^a	11.43 ± 0.51 ^d	0.23 ± 0.18 ^a	5.64	1.51

a-e: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05). STK: su tutma kapasitesi

4.2.3. pH Değerleri

Ürünlerin depolama süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler çizelge 4.4'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde kontrol grubunun pH değeri 6.07, 0.5GG örneğinin pH değeri 5.99 olarak bulunmuş, diğer örneklerin pH değerlerinin ise 6.15-6.66 aralığında değiştiği belirlenmiştir. 0. günde 0.5GG örneğinin pH değeri kontrol grubuna göre daha düşük bulunurken, diğer örneklerin pH değerleri yüksek bulunmuştur. İstatistiki olarak incelendiğinde ise 0. günde tüm örneklerdeki değişim kontrol grubuna göre önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yağ oranı azaltılarak depolamanın başlangıcında ve 30. gününde örneklerin pH değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunurken, 90. günde bu değişim azalma eğilimindedir.

Depolama süresince pH'larda meydana gelen değişim incelendiğinde ise; kontrol grubu ve % 1 GG içeren örneklerde pH değeri 30. günde azalıp 60 ve 90. günlerde belirgin şekilde artmış ($p<0.05$) ve 0. gün pH değerlerinden yüksek bulunmuştur. % 0.5 GG içeren örneğin pH değeri ise 30. günde başlangıç pH değerine göre artış göstermiş depolamanın devamında ise azaldığı bulunmuş, ancak bu azalmanın 90. gün ve 0. gün arasında önemli bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Diğer örneklerin pH değerleri incelendiğinde ise, depolama süresince pH değerlerinin azalma eğiliminde olduğu bulunmuştur.

Georgantelis ve ark [129] taze domuz sosisleri üzerine biberiye ekstraktı, kitosan ve α -tokoferolün beraber ve tek başlarına etkilerini inceledikleri çalışmalarında kitosan eklemenin ürünlerin pH değerini kontrole göre arttırdığını bildirmişlerdir.

Pietrasik and Duda [21] soya proteini ve karragenan karışımı kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada sosislerin pH değerlerinin 6.11-6.26 arasında değiştiğini, yağ miktarı ya da kullanılan soya proteininin karragenan karışımının pH üzerine etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Farklı çalışmalarda hidrokolloid kullanımının sosislerin pH değerlerini farklı şekillerde etkilediği gözlenmiş olup, çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge4.4: Sosislere ait pH değerleri.

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	6.07 ± 0.03 ^{bC}	5.91 ± 0.04 ^{aA}	5.99 ± 0.04 ^{cdB}	6.20 ± 0.04 ^{deD}
0.5κCGN	6.41 ± 0.02 ^{dD}	6.23 ± 0.04 ^{deC}	5.92 ± 0.03 ^{abA}	5.73 ± 0.04 ^{aB}
1κCGN	6.44 ± 0.05 ^{dC}	6.32 ± 0.02 ^{eAB}	6.38 ± 0.02 ^{hB}	6.27 ± 0.04 ^{efA}
0.5λCGN	6.44 ± 0.02 ^{dC}	6.09 ± 0.06 ^{bcB}	6.15 ± 0.08 ^{fB}	5.97 ± 0.12 ^{ba}
1λCGN	6.48 ± 0.05 ^{dB}	6.04 ± 0.04 ^{bcA}	6.04 ± 0.08 ^{deA}	6.09 ± 0.01 ^{ca}
0.5GG	5.99 ± 0.08 ^{aB}	6.08 ± 0.01 ^{bcC}	5.87 ± 0.04 ^{aA}	5.94 ± 0.01 ^{bB}
1GG	6.15 ± 0.03 ^{cb}	5.89 ± 0.03 ^{aA}	5.97 ± 0.01 ^{bcA}	6.36 ± 0.17 ^{fC}
0.5KSG	6.15 ± 0.05 ^{cb}	6.01 ± 0.02 ^{ba}	6.06 ± 0.02 ^{Ae}	6.13 ± 0.06 ^{cdB}
1KSG	6.19 ± 0.03 ^{cb}	6.14 ± 0.19 ^{cdB}	5.98 ± 0.02 ^{bcdA}	6.13 ± 0.06 ^{cdB}
0.5CHI	6.47 ± 0.05 ^{dB}	6.28 ± 0.04 ^{eA}	6.25 ± 0.01 ^{gA}	6.31 ± 0.06 ^{fA}
1CHI	6.66 ± 0.03 ^{eC}	6.43 ± 0.03 ^{fB}	6.34 ± 0.01 ^{hA}	6.34 ± 0.01 ^{fA}

a-h: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-D: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

4.2.4. Renk Değerleri

Sosis örneklerine ait renk analizleri örneklerin kesit alanlarında gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar L*, a* ve b* değerleri için sırası ile çizelge 4.5, çizelge 4.6 ve 4.7 da verilmiştir.

Çizelge 4.5: Sosis örneklerine ait parlaklık (L) değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	59.63 ± 0.64 ^{bcA}	60.04 ± 0.19 ^{cdefAB}	60.85 ± 0.91 ^{eB}	59.74±0.04 ^{bcdAB}
0.5κCGN	61.72 ± 0.81 ^{dB}	60.76 ± 0.31 ^{efAB}	60.80 ± 1.09 ^{eAB}	59.97 ± 0.32 ^{cdeA}
1κCGN	61.57 ± 0.37 ^{dC}	61.11 ± 0.24 ^{fBC}	60.19 ± 0.57 ^{cdeA}	60.64 ± 0.40 ^{eAB}
0.5λCGN	61.31 ± 0.39 ^{dB}	60.55 ± 0.46 ^{defAB}	59.86 ± 0.86 ^{bcdAB}	60.36 ± 0.29 ^{deA}
1λCGN	59.95 ± 0.53 ^{bcAB}	59.50 ± 0.10 ^{bcdA}	60.65 ± 0.62 ^{deB}	59.55 ± 1.07 ^{bcdAB}
0.5GG	59.51 ± 1.34 ^{bcA}	59.95 ± 0.35 ^{cdeA}	59.58 ± 0.96 ^{abcdA}	58.76 ± 1.24 ^{bcA}
1GG	57.68 ± 0.15 ^{aA}	59.09 ± 1.18 ^{abcA}	58.67 ± 0.84 ^{aA}	58.89 ± 1.17 ^{bcdA}
0.5KSG	60.62 ± 0.98 ^{cdB}	59.65 ± 0.40 ^{bcdAB}	59.41 ± 0.54 ^{abcA}	59.38 ± 0.86 ^{bcdAB}
1KSG	59.50 ± 0.91 ^{bcA}	59.92 ± 1.23 ^{cdeA}	60.05 ± 0.24 ^{cdeA}	60.09 ± 0.10 ^{cdeA}
0.5CHI	58.01 ± 1.00 ^{aA}	58.59 ± 1.03 ^{abA}	58.84 ± 0.37 ^{abA}	57.35 ± 1.54 ^{aA}
1CHI	59.23 ± 0.06 ^{bB}	58.10 ± 0.72 ^{aA}	58.70 ± 0.40 ^{aAB}	58.30 ± 0.58 ^{abA}

a-f: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-B: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

L* değerleri incelendiğinde 0. günde 0.5κCGN, 1κGN ve 0.5λCGN örneklerinde önemli bir artış gözlenirken, 1GG ve 0.5CHI örneklerinde azalma belirlenmiş (p<0.05) diğer örneklerde ise belirgin bir değişim meydana gelmemiştir (p>0.05). Örneklerin parlaklık değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişim incelendiğinde ise, kontrol grubunda artış gözlenirken, hidrokolloidlerin kullanıldığı örneklerin parlaklık değerlerinde önemli bir azalma meydana gelmiş (p<0.05); azalma gözlenmeyen örneklerde ise önemli bir değişim belirlenmemiştir.

Çizelge 4.6: Sosis örneklerine kırmızılık (a*) değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	14.09 ± 0.27 ^{dB}	13.69 ± 0.07 ^{eB}	12.77 ± 0.30 ^{dA}	13.01 ± 0.47 ^{eA}
0.5κCGN	13.72 ± 0.37 ^{dD}	13.20 ± 0.03 ^{cdeC}	11.99 ± 0.13 ^{bcA}	12.62 ± 0.32 ^{deB}
1κCGN	13.11 ± 0.14 ^{cB}	12.73 ± 0.05 ^{abcdA}	12.51 ± 0.36 ^{cdA}	12.47 ± 0.05 ^{deA}
0.5λCGN	13.72 ± 0.32 ^{dC}	11.93 ± 0.42 ^{aAB}	11.67 ± 0.35 ^{bA}	12.28 ± 0.17 ^{cdB}
1λCGN	13.72 ± 0.46 ^{dC}	12.91 ± 0.51 ^{bcdeB}	11.78 ± 0.22 ^{bA}	12.92 ± 0.12 ^{eB}
0.5GG	13.57 ± 0.10 ^{cdC}	12.77 ± 0.15 ^{abcdBC}	12.23 ± 1.06 ^{bcdAB}	11.85 ± 0.32 ^{bcA}
1GG	13.96 ± 0.31 ^{dB}	12.58 ± 0.02 ^{abcdA}	12.47 ± 0.14 ^{cdA}	12.36 ± 0.43 ^{dA}
0.5KSG	12.53 ± 0.34 ^{bB}	12.01 ± 0.22 ^{abB}	10.85 ± 0.32 ^{aA}	11.13 ± 0.56 ^{aA}
1KSG	11.97 ± 0.35 ^{aB}	11.89 ± 0.41 ^{aB}	10.93 ± 0.53 ^{aA}	11.56 ± 0.08 ^{abB}
0.5CHI	14.07 ± 0.57 ^{dB}	12.42 ± 1.63 ^{abcA}	12.51 ± 0.14 ^{cdA}	12.98 ± 0.16 ^{eAB}
1CHI	13.58 ± 0.29 ^{cdB}	13.36 ± 0.23 ^{deB}	11.56 ± 0.32 ^{bA}	13.67 ± 0.44 ^{fB}

a-f: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Örneklerin a* değerlerine bakıldığında, kontrol grubunun a* değeri 14.09 olarak bulunurken, hidrokolloidlerin kullanıldığı örneklerin a* değerlerinin 11.97-14.07 arasında değiştiği bulunmuştur. Hidrokolloidlerin kullanıldığı örneklerin a değerlerinin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiş, ancak bu azalış yalnızca 1κCGN, 0.5KSG ve 1KSG örneklerinde önemli bulunmuştur (p<0.05). Depolama boyunca örneklerin a* değerleri azalma eğilimindedir. % 1 kitosan içeren örnekte 60. günde belirgin bir azalma gözlenirken, 90. günde artış meydana gelmiş ve bu değer başlangıç a* değerinden önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir.

Örneklerin b* değerleri incelendiğinde kontrol grubunun b* değeri 15.51 olarak, hidrokolloidlerin kullanıldığı örneklerin b* değerleri ise 16.16-17.80 aralığında değiştiği bulunmuştur. Hidrokolloidlerin kullanıldığı örneklerin b* değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuş yalnızca % 1 kitosan içeren örnekte önemli

bir artışa rastlanmamıştır ($p>0.05$). Sonuçlarda da gözleendiği üzere a^* değeri azalan örneklerin b^* değerlerinde beklendiği gibi artış bulunmuştur.

Çizelge 4.7: Sosis örneklerine sarılık (b^*) değerleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	15.51 ± 0.21 ^{aA}	15.05 ± 0.06 ^{aA}	16.66 ± 0.54 ^{bB}	16.13 ± 0.18 ^{aB}
0.5κCGN	16.53 ± 0.38 ^{bcA}	16.44 ± 0.33 ^{bcdA}	17.30 ± 0.27 ^{bcA}	17.01 ± 0.43 ^{abA}
1κCGN	17.43 ± 0.29 ^{deA}	18.30 ± 0.53 ^{fB}	17.95 ± 0.78 ^{cAB}	17.67 ± 0.25 ^{bcAB}
0.5λCGN	16.35 ± 0.30 ^{ba}	16.36 ± 0.29 ^{bcA}	17.08 ± 0.36 ^{bcB}	16.07 ± 0.24 ^{aA}
1λCGN	16.72 ± 0.52 ^{bcdB}	15.59 ± 0.18 ^{aA}	15.35 ± 0.34 ^{aA}	15.86 ± 0.10 ^{aA}
0.5GG	17.20 ± 0.53 ^{cdeA}	17.16 ± 0.36 ^{deA}	17.98 ± 0.14 ^{cB}	17.04 ± 0.66 ^{abA}
1GG	17.60 ± 0.55 ^{eA}	17.13 ± 0.30 ^{cdeA}	18.14 ± 1.58 ^{cdA}	17.49 ± 0.61 ^{bcA}
0.5KSG	17.28 ± 0.40 ^{cdeAB}	16.68 ± 0.29 ^{bcdA}	17.24 ± 0.46 ^{bcAB}	18.54 ± 1.59 ^{cdB}
1KSG	17.80 ± 0.97 ^{eA}	18.82 ± 0.22 ^{fB}	19.01 ± 0.50 ^{dB}	19.59 ± 0.07 ^{dB}
0.5CHI	16.81 ± 0.20 ^{bcdAB}	16.34 ± 0.76 ^{ba}	17.29 ± 0.65 ^{bcB}	16.66 ± 0.20 ^{abAB}
1CHI	16.16 ± 0.38 ^{abA}	17.40 ± 1.12 ^{eA}	16.30 ± 0.52 ^{abA}	17.69 ± 1.37 ^{bcA}

a-h: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

A-B: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

Andres ve ark [25] peynir altı suyu proteini izolatu ve hidrokolloidler kullanarak ürettikleri tavuk sosislerinde yapıya gum eklemenin ürünlerin parlaklığını arttırdığını, a^* değerini azalttığını ve b^* değerini arttırdığını belirtmişlerdir.

Lin ve Chao [134] yağ oranı azaltılmış Çin tipi sosilerde farklı moleküler ağırlıklara sahip kitosan kullanmışlar ve elde edilen ürünlerin L değerlerinde azalma, kırmızılık ve sarılık değerlerinde ise artış olduğunu belirtmişlerdir. Depolama süresince ise parlaklık ve sarılık değerlerinde azalma kırmızılık değerlerinde ise artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Mekanik sıyrılmış tavuk etlerine malva cevizi gamı eklenerek gerçekleştirilen bir çalışmada ürünlerin L ve a^* değerlerinin kontrole göre azaldığı belirtilmiştir (135).

Zhou ve ark [106] karragenan, gellan gam ve keten tohumu gamı kullanarak ürettikleri nişastasız sosislerde kırmızılık değerinin hidrokollodilerin tek başına kullanıldıkları örneklerde arttığını, hidrokolloidler beraber kullanıldığında ise kırmızılığın azaldığını belirtmişlerdir.

Farklı hidrokolloidlerin sosislerin renk değerlerini farklı şekillerde etkilediği gözlenmektedir. Çalışmamızda da benzer şekilde farklı hidrokolloidler ürünlerin L* değerlerini farklı şekilde etkilerken, a* değerlerini azaltmış, b* değerlerini ise arttırmıştır.

4.2.5. Tekstür Profil Analizi Değerleri

Sosis örneklerinde gerçekleştirilen tekstür profil analizi sonuçları çizelge 4.8 ve 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.8a: Sosis örneklerine sertlik 1 değerleri

Örnek	Sertlik 1 (N)			
	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	13.23 ± 0.67 ^{hC}	8.17 ± 0.81 ^{efA}	9.26 ± 0.92 ^{deA}	11.55 ± 1.12 ^{eB}
0.5κCGN	9.51 ± 0.11 ^{fB}	6.91d ± 0.40 ^{eA}	7.83 ± 0.46 ^{cdA}	9.05 ± 1.28 ^{cdB}
1κCGN	8.46 ± 0.49 ^{cdeA}	6.50 ± 1.56 ^{cdA}	7.37 ± 1.77 ^{ca}	10.63 ± 0.79 ^{deB}
0.5λCGN	12.47 ± 0.22 ^{hC}	9.17 ± 0.76 ^{fgA}	10.39 ± 0.87 ^{efB}	13.78 ± 0.59 ^{fD}
1λCGN	8.91 ± 1.31 ^{defA}	10.17 ± 0.38 ^{gA}	11.51 ± 0.43 ^{fA}	9.92 ± 2.99 ^{deA}
0.5GG	7.42 ± 0.82 ^{ba}	6.04 ± 2.53 ^{cdA}	6.83 ± 2.87 ^{ca}	6.31 ± 0.57 ^{abA}
1GG	7.82 ± 0.43 ^{bcB}	6.30 ± 0.33 ^{cdA}	7.14 ± 0.38 ^{caB}	6.55 ± 0.97 ^{abA}
0.5KSG	8.02 ± 0.31 ^{bcdB}	4.28 ± 0.48 ^{abA}	4.84 ± 0.55 ^{abA}	7.29 ± 0.65 ^{bcB}
1KSG	4.39 ± 0.34 ^{aAB}	3.67 ± 0.71 ^{aA}	4.16 ± 0.80 ^{aAB}	5.20 ± 0.83 ^{aB}
0.5CHI	9.26 ± 0.83 ^{efC}	5.30 ± 0.71 ^{bcA}	6.00 ± 0.81 ^{bcAB}	7.40 ± 1.37 ^{bcB}
1CHI	10.95 ± 0.58 ^{gB}	5.49 ± 0.27 ^{bcdA}	6.22 ± 2.38 ^{bcA}	8.51 ± 1.19 ^{abA}

a-h: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Elde edilen sonuçlara göre 0. günde kontrol grubunun sertlik 1 değeri 13.23, diğer grupların ise 4.39-12.47 arasında (Çizelge 4.8a), sertlik 2 değerleri ise kontrol grubunda 10.04, diğer gruplarda ise 2.93-9.66 (Çizelge 4.8b) olarak bulunmuştur.

En düşük sertlik 1 ve sertlik 2 değerleri 1KSG örneğinde, en yüksek değer ise kontrol grubunda bulunmuştur. Üretimde farklı hidrokolloidlerin kullanılması sertlik değerlerinin 0.5λCGN örneği hariç tüm örneklerde önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur (p<0.05). Depolama boyunca sertlik değerlerinde meydana gelen değişim incelendiğinde ise, genellikle sertlik değerlerinin depolama sonunda, başlangıca göre azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.8b: Sosis örneklerine sertlik 2 değerleri

Örnek	Sertlik 2 (N)			
	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	10.04 ± 0.44 ^{gC}	6.43 ± 0.50 ^{eA}	7.33 ± 0.57 ^{eAB}	8.13 ± 1.26 ^{deB}
0.5κCGN	7.81 ± 0.29 ^{eC}	5.45 ± 0.54 ^{dA}	6.21 ± 0.61 ^{dAB}	7.26 ± 1.29 ^{cdBC}
1κCGN	6.91 ± 0.37 ^{deB}	5.01 ± 1.29 ^{cdA}	5.70 ± 1.48 ^{cdAB}	8.70 ± 0.66 ^{deC}
0.5λCGN	9.66 ± 0.68 ^{gB}	7.25 ± 0.59 ^{eA}	8.26 ± 0.68 ^{eAB}	9.30 ± 1.59 ^{eB}
1λCGN	7.06 ± 1.02 ^{deAB}	8.32 ± 0.24 ^{fAB}	9.48 ± 0.27 ^{fB}	6.05 ± 2.96 ^{bcA}
0.5GG	5.93 ± 0.69 ^{bcB}	3.98 ± 0.88 ^{bA}	4.54 ± 0.99 ^{bA}	5.20 ± 0.41 ^{bcAB}
1GG	5.22 ± 0.69 ^{bA}	5.26 ± 0.36 ^{cdA}	6.00 ± 0.41 ^{cdA}	5.33 ± 0.68 ^{bcA}
0.5KSG	6.35 ± 0.41 ^{cdB}	3.38 ± 0.58 ^{bA}	3.85 ± 0.66 ^{bA}	5.89 ± 0.69 ^{bcB}
1KSG	2.93 ± 0.40 ^{aAB}	2.23 ± 0.53 ^{aA}	2.54 ± 0.60 ^{aAB}	3.18 ± 0.53 ^{aB}
0.5CHI	7.25 ± 0.73 ^{deB}	4.28 ± 0.52 ^{bcA}	4.87 ± 0.59 ^{bcA}	5.47 ± 1.19 ^{bcA}
1CHI	8.80 ± 0.32 ^{fB}	4.29 ± 0.76 ^{bcA}	4.89 ± 0.08 ^{bcA}	4.74 ± 0.92 ^{abA}

a-h: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Ürünlerin bağlayıcılık sonuçlarına bakıldığında kontrol grubunun bağlayıcılık değeri 0.45, diğer gruplarınkı ise 0.32-0.46 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.8c). Elde edilen sonuçlara bakıldığında yağ miktarının azaltılıp yapıya hidrokolloidlerin eklenmesi örneklerin bağlayıcılık değerlerinde 1κCGN ve 1λCGN örnekleri dışında azalmaya neden olmuştur. 1κCGN ve 1λCGN örneklerindeki artış ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Sertlik sonuçlarında olduğu gibi en düşük bağlayıcılık değeri 1KSG örneğinde bulunmuştur. Depolama süresince 1λCGN örneğinin bağlayıcılık değerinde 90. günde, depolamanın başlangıcına göre önemli bir düşüş gözlenirken, 1GG örneğinde ise önemli bir artış meydana gelmiş ($p<0.05$), diğer örneklerde değişim önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.8c: Sosis örneklerine bağlayıcılık değerleri

Örnek	Bağlayıcılık			
	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	0.45 ± 0.03 ^{efA}	0.49 ± 0.14 ^{bA}	0.47 ± 0.13 ^{bA}	0.45 ± 0.06 ^{cdA}
0.5κCGN	0.44 ± 0.01 ^{defB}	0.44 ± 0.02 ^{bb}	0.43 ± 0.02 ^{abAB}	0.41 ± 0.02 ^{bcdB}
1κCGN	0.46 ± 0.02 ^{fA}	0.44 ± 0.10 ^{bA}	0.42 ± 0.12 ^{abA}	0.39 ± 0.01 ^{bcdA}
0.5λCGN	0.40 ± 0.01 ^{bcdAB}	0.43 ± 0.03 ^{abB}	0.41 ± 0.03 ^{abAB}	0.38 ± 0.02 ^{bcA}
1λCGN	0.46 ± 0.05 ^{fB}	0.43 ± 0.02 ^{abB}	0.41 ± 0.02 ^{abB}	0.26 ± 0.08 ^{aA}
0.5GG	0.43 ± 0.02 ^{cdefA}	0.47 ± 0.09 ^{bA}	0.45 ± 0.09 ^{bA}	0.49 ± 0.01 ^{cdA}
1GG	0.37 ± 0.06 ^{abA}	0.48 ± 0.01 ^{bb}	0.46 ± 0.01 ^{bb}	0.44 ± 0.04 ^{cdB}
0.5KSG	0.38 ± 0.02 ^{bcA}	0.40 ± 0.06 ^{abA}	0.39 ± 0.06 ^{abA}	0.49 ± 0.14 ^{dA}
1KSG	0.32 ± 0.05 ^{aA}	0.33 ± 0.09 ^{aA}	0.31 ± 0.09 ^{abA}	0.28 ± 0.08 ^{aA}
0.5CHI	0.39 ± 0.02 ^{bcdAB}	0.44 ± 0.03 ^{abB}	0.42 ± 0.03 ^{abB}	0.33 ± 0.09 ^{abA}
1CHI	0.41 ± 0.02 ^{bcdA}	0.42 ± 0.04 ^{abA}	0.40 ± 0.03 ^{abA}	0.41 ± 0.03 ^{bcdA}

a-h: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

Örneklerin gam özelliğine ait sonuçlara bakıldığında (Çizelge 4.9a), kontrol grubu 5.92, diğer örnekler ise 1.42-4.95 olarak bulunmuştur. 0. günde elde edilen sonuçlar incelendiğinde, hidrokolloidlerin yapıya eklenmesi gam özelliğini kontrol grubuna göre belirgin şekilde düşmesine neden olmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.9a: Sosis örneklerine ait gam özelliği değerleri.

Örnek	Gam Özelliği (N)			
	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	5.92 ± 0.62 ^{gA}	4.53 ± 1.31 ^{fA}	4.35 ± 1.26 ^{eA}	5.24 ± 0.85 ^{eA}
0.5κCGN	4.17 ± 0.11 ^{eB}	3.47 ± 0.24 ^{eA}	3.33 ± 0.23 ^{dA}	3.68 ± 0.62 ^{cdAB}
1κCGN	3.91 ± 0.14 ^{deB}	2.72 ± 0.35 ^{bcd eA}	2.70 ± 0.35 ^{cdA}	4.10 ± 0.28 ^{deB}
0.5λCGN	4.95 ± 0.40 ^{fB}	4.41 ± 0.13 ^{fA}	4.23 ± 0.13 ^{eA}	5.23 ± 0.14 ^{eC}
1λCGN	4.07 ± 0.28 ^{deB}	4.93 ± 0.09 ^{fB}	4.73 ± 0.09 ^{eB}	2.78 ± 1.66 ^{bcA}
0.5GG	3.22 ± 0.49 ^{bcA}	3.03 ± 0.67 ^{cdeA}	3.04 ± 0.64 ^{cdA}	3.07 ± 0.27 ^{bcdA}
1GG	2.85 ± 0.49 ^{bA}	3.41 ± 0.16 ^{deB}	3.27 ± 0.16 ^{cdAB}	2.87 ± 0.20 ^{bcA}
0.5KSG	3.05 ± 0.10 ^{bB}	1.96 ± 0.46 ^{abA}	1.88 ± 0.44 ^{abA}	3.58 ± 1.04 ^{bcdB}
1KSG	1.42 ± 0.24 ^{aA}	1.35 ± 0.35 ^{aA}	1.29 ± 0.34 ^{aA}	1.48 ± 0.63 ^{aA}
0.5CHI	3.65 ± 0.27 ^{cdB}	2.62 ± 0.28 ^{bcdA}	2.51 ± 0.27 ^{bcA}	2.45 ± 0.78 ^{abA}
1CHI	4.26 ± 0.27 ^{eB}	2.60 ± 0.14 ^{bcA}	2.49 ± 0.13 ^{bcA}	2.43 ± 0.41 ^{abA}

a-g: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

0. günde sosislerin esneklik değerleri 7.77-9.07 arasında değişmiştir (Çizelge 4.9b). Hidrokolloidlerin eklenmesi 1KSG örneği dışındaki örneklerde esneklik üzerine kontrol grubuna göre önemli bir değişim meydana getirmemiş ($p>0.05$), 1KSG örneğinde ise belirgin bir azalma gerçekleşmiştir ($p<0.05$). 30 ve 60. günlerde ürünlerin esneklik değerlerinde önemli bir değişime rastlanmazken, 90. günde 0.5GG, 1GG, 1KSG ve 0.5CHI örneklerinde, kontrol ile karşılaştırıldığında önemli bir azalma meydana gelmiştir. Depolama süresince örneklerde meydana

gelen değişimler incelendiğinde, 0.5GG ve 1GG örneklerinin esneklik değerlerinde depolamanın sonunda, başlangıca göre azalma gözlenirken ($p<0.05$), diğer örneklerde önemli bir değişim meydana gelmemiştir ($p>0.05$).

Örneklerin çıĝnenebilirlik değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.9c), tüm tekstür profil analizlerinde gözlendiği gibi çıĝnenebilirlik değerlerinde de en düşük değer 1KSG örneğinde bulunmuştur. Hidrokolloidlerin kullanıldığı tüm örneklerin çıĝnenebilirlik sonuçları, 0. günde kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Depolama boyunca meydana gelen değişimler incelendiğinde ise, 0.5KSG örneğinin çıĝnenebilirlik değerinde 90. günde depolamanın başlangıcına göre artış gözlenirken diğer örneklerde azalma meydana gelmiştir.

Çizelge 4.9b: Sosis örneklerine ait esneklik değerleri.

Örnek	Esneklik (mm)			
	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	9.07 ± 0.07 ^{bB}	8.22 ± 1.00 ^{aAB}	7.88 ± 0.96 ^{aA}	9.06 ± 0.04 ^{eB}
0.5κCGN	9.06 ± 0.01 ^{bB}	7.82 ± 1.13 ^{aAB}	7.50 ± 1.08 ^{aA}	8.78 ± 0.36 ^{cdeAB}
1κCGN	9.06 ± 0.03 ^{bAB}	9.36 ± 0.34 ^{aB}	8.84 ± 0.24 ^{aAB}	8.45 ± 0.73 ^{cdeA}
0.5λCGN	9.09 ± 0.02 ^{bA}	8.12 ± 1.35 ^{aA}	7.79 ± 1.29 ^{aA}	8.52 ± 0.66 ^{cdeA}
1λCGN	9.04 ± 0.03 ^{bA}	8.86 ± 1.18 ^{aA}	8.50 ± 1.13 ^{aA}	8.22 ± 0.41 ^{cdeA}
0.5GG	8.96 ± 0.21 ^{bB}	8.24 ± 1.18 ^{aB}	8.41 ± 1.12 ^{aB}	5.41 ± 0.08 ^{aA}
1GG	8.86 ± 0.32 ^{bB}	8.65 ± 1.35 ^{aB}	8.29 ± 1.29 ^{aB}	6.47 ± 1.04 ^{bA}
0.5KSG	8.53 ± 0.10 ^{abA}	9.02 ± 0.86 ^{aA}	8.65 ± 0.83 ^{aA}	9.05 ± 0.04 ^{deA}
1KSG	7.77 ± 1.34 ^{aA}	8.84 ± 1.06 ^{aA}	8.47 ± 1.02 ^{aA}	7.94 ± 0.94 ^{cA}
0.5CHI	8.83 ± 1.14 ^{bA}	8.33 ± 2.19 ^{aA}	7.98 ± 2.08 ^{aA}	8.05 ± 0.75 ^{cdA}
1CHI	8.93 ± 0.31 ^{bA}	7.78 ± 1.73 ^{aA}	7.46 ± 1.66 ^{aA}	8.78 ± 0.55 ^{cdeA}

a-g: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

Andres ve ark. [25] tarafından gerçekleştirilen, peynir altı suyu protein izolatu ve hidrokolloidler (ksantan ve guar gam) kullanılarak üretilen tavuk sosislerinde sertlik değerlerinin gam miktarının artırılması ile azaldığı belirtilmiş, aynı etkinin çiğnenebilirlikte de rastlandığı bulunmuştur. Fox ve ark [136], Whiting [137], Foegeding ve Ramsey [138] ve Lin ve ark [123] sosislerdeki hidrokolloid konsantrasyonunun artırılmasının, sosis stabilitesini etkilemeden ürünün sertliğini azalttığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.9c: Sosis örneklerine ait çiğnenebilirlik değerleri.

Örnek	Çiğnenebilirlik (Nmm)			
	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	53.62 ± 5.27 ^{gB}	36.50 ± 14.16 ^{efAB}	34.99 ± 13.57 ^{efA}	47.49 ± 7.49 ^{dAB}
0.5κCGN	37.80 ± 0.96 ^{eB}	25.96 ± 2.99 ^{bcdA}	24.88 ± 2.87 ^{bcdA}	32.30 ± 5.77 ^{cB}
1κCGN	35.43 ± 1.17 ^{deB}	24.25 ± 2.87 ^{bcA}	23.83 ± 3.06 ^{bcdA}	34.70 ± 4.44 ^{cB}
0.5λCGN	44.95 ± 1.36 ^{fB}	34.43 ± 6.47 ^{defA}	33.00 ± 6.19 ^{defA}	44.54 ± 3.63 ^{dB}
1λCGN	36.83 ± 2.61 ^{deB}	41.89 ± 5.48 ^{fB}	40.15 ± 5.26 ^{fB}	22.44 ± 12.38 ^{bA}
0.5GG	28.86 ± 4.53 ^{bcB}	24.98 ± 3.10 ^{bcdB}	23.94 ± 2.97 ^{bcdB}	16.63 ± 1.30 ^{abA}
1GG	25.23 ± 4.16 ^{bbB}	28.17 ± 3.58 ^{cdeB}	27.00 ± 3.44 ^{cdeB}	18.55 ± 2.81 ^{abA}
0.5KSG	26.08 ± 3.98 ^{bAB}	17.23 ± 5.17 ^{abA}	16.52 ± 4.96 ^{abA}	32.39 ± 9.47 ^{cB}
1KSG	11.04 ± 2.47 ^{aA}	11.36 ± 3.23 ^{aA}	10.89 ± 3.09 ^{aA}	11.76 ± 5.23 ^{aA}
0.5CHI	32.23 ± 2.89 ^{cdB}	20.91 ± 6.06 ^{abcA}	20.05 ± 5.81 ^{abcA}	19.39 ± 5.56 ^{abA}
1CHI	38.05 ± 2.47 ^{eB}	19.38 ± 4.52 ^{abcA}	18.58 ± 4.33 ^{abcA}	21.46 ± 4.55 ^{abA}

a-g: Aynı sütündeki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-C: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Ulu [38] karragenan ve guar gam ekleyerek ürettiği yüksek, orta ve düşük yağlı köftelerde, guar gamın hem pişmiş hem de çiğ tüm ürünlerde sertlik, bağlayıcılık, gam özelliği ve çiğnenebilirlik değerlerini azalttığını belirtmiştir. Karragenan ise

pişmiş düşük yağlı ürünlerde sertliğin ve gam özelliğinin artmasına, esnekliğin azalmasına, çiğnenebilirliğin ise % 0.5 oranında kullanıldığında azalmasına % 1 kullanıldığında ise artmasına neden olduğunu belirtmiştir.

Gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise sosislere eklenen karragenanın ürünlerin sertlik, gam özelliği ve çiğnenebilirlik değerlerini arttırdığı bulunmuştur [13].

Somboonpanyakul ve ark [135] gerçekleştirdikleri çalışmada, mekanik sıyrılmış tavuk etlerine malva cevizi gamı ekleyerek hazırlanan sosislerin sertlik, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinin kontrol grubuna ait değerlerden yüksek olduğunu, bağlayıcılığın ise eklenen gamdan etkilenmediğini belirlemiştir.

Et ürünlerinde gamların kullanımının ürünlerin tektür profil analizi sonuçlarını farklı şekillerde etkilediği gözlenmiştir. Tez çalışmamız kapsamında üretilen ürünlerin esneklik değerleri dışında incelenen tüm tekstür profil analizi sonuçlarının kontrole göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

4.2.6. Tiyobarbütirik Asit Değerleri

Farklı hidrokoloidlerin kullanılması ile üretilen sosislerin oksidasyon derecesindeki değişimler mg malonaldehit/kg örnek olarak, çizelge 4.10 ve şekil 4.3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde depolamanın başlangıcında kontrol grubunun TBA değeri 0.14 diğer örneklerinki 0.05-0.17 aralığında bulunmuştur. 0.günde 3 ve 7 no'lu örneğin TBA değerleri kontrole göre yüksek bulunurken, diğer örneklerin değerleri daha düşük bulunmuştur, ancak istatistiki olarak farklı olan örnek yalnızca 9 no'lu örnektir. Depolama süresince örneklerin TBA değerleri artma eğilimindedir. 9 no'lu örneğin TBA değeri ise 60. güne kadar artmış, depolamanın sonunda ise 60. güne oranla belirgin olarak azalmıştır ($p<0.05$), ancak depolamanın başlangıcına göre artış göstermiştir ($p<0.05$). depolamanın sonunda örnekler arasındaki TBA değerleri karşılaştırıldığında yalnızca 6 ve 7 no'lu örnekler kontrole göre önemli bir artış göstermişlerdir.

Candoğan ve Kolsarıcının [139] gerçekleştirdiği çalışmada, örneklerin TBA değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği, karragenan ve pektin kullanılan örneklerin ise TBA değerlerinin yüksek yağlı kontrole göre daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.10: Sosis örneklerine ait TBA değerleri (mg malonaldehit/kg Örnek)

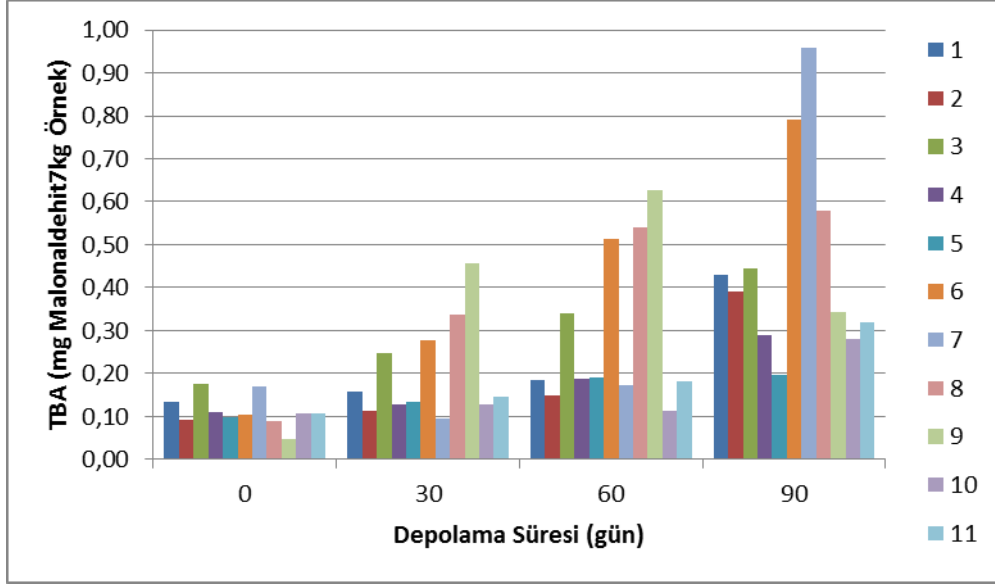
Örnek	Depolama Süresi (Gün)			
	0	30	60	90
Kontrol	0.14 ± 0.08 ^{bcA}	0.16 ± 0.02 ^{aA}	0.18 ± 0.04 ^{abA}	0.43 ± 0.08 ^{abB}
0.5κCGN	0.09 ± 0.01 ^{abA}	0.11 ± 0.01 ^{aA}	0.15 ± 0.08 ^{aA}	0.39 ± 0.19 ^{abB}
1κCGN	0.17 ± 0.06 ^{cA}	0.25 ± 0.02 ^{baA}	0.34 ± 0.08 ^{bbB}	0.44 ± 0.05 ^{abC}
0.5λCGN	0.11 ± 0.02 ^{baA}	0.13 ± 0.02 ^{aA}	0.19 ± 0.03 ^{abB}	0.29 ± 0.06 ^{aC}
1λCGN	0.10 ± 0.02 ^{abA}	0.13 ± 0.01 ^{abB}	0.19 ± 0.03 ^{abC}	0.20 ± 0.02 ^{aC}
0.5GG	0.10 ± 0.17 ^{baA}	0.28 ± 0.02 ^{bcB}	0.51 ± 0.12 ^{dcC}	0.79 ± 0.15 ^{cdD}
1GG	0.17 ± 0.02 ^{cA}	0.09 ± 0.03 ^{aA}	0.17 ± 0.01 ^{abA}	0.96 ± 0.37 ^{dB}
0.5KSG	0.09 ± 0.04 ^{abA}	0.34 ± 0.10 ^{cB}	0.54 ± 0.12 ^{dcC}	0.58 ± 0.07 ^{bcC}
1KSG	0.05 ± 0.01 ^{aA}	0.46 ± 0.09 ^{dB}	0.63 ± 0.26 ^{dcC}	0.34 ± 0.19 ^{abB}
0.5CHI	0.11 ± 0.01 ^{baA}	0.13 ± 0.02 ^{aA}	0.11 ± 0.02 ^{aA}	0.28 ± 0.03 ^{abB}
1CHI	0.11 ± 0.01 ^{baA}	0.15 ± 0.02 ^{abB}	0.18 ± 0.03 ^{abC}	0.32 ± 0.02 ^{aD}

a-d: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-D: Aynı satırdaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Soultos ve ark [140] gerçekleştirdiği çalışmada nitritsiz ve nitritli olarak üretilen Yunan tipi taze sosislerde kitosan kullanılmış ve elde edilen ürünlerin TBA değerlerinin kitosan varlığında kontrole göre düşük olduğu rapor edilmiştir (p<0.05).

Georgantalis ve ark [129] kitosan ve biberiye ekstraktı kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmada, kontrol grubuna ait malondialdehit içeriklerinin 15. günde en yüksek seviyeye ulaştığı devamında ise azaldığını belirtmişlerdir. Bu durumun malondialdehitin pseudomonas ve enterobacteriaceae gibi karbonil gruplarını seçici olarak kullanan bakteriler tarafından parçalanmasından [130, 131] ya da malondialdehitin alkol ve asitler gibi diğer organik ürünlere okside olmasından [132, 133] kaynaklanabileceği vurgulanmıştır.



Şekil 4.3. Sosis örneklerine ait TBA değerleri

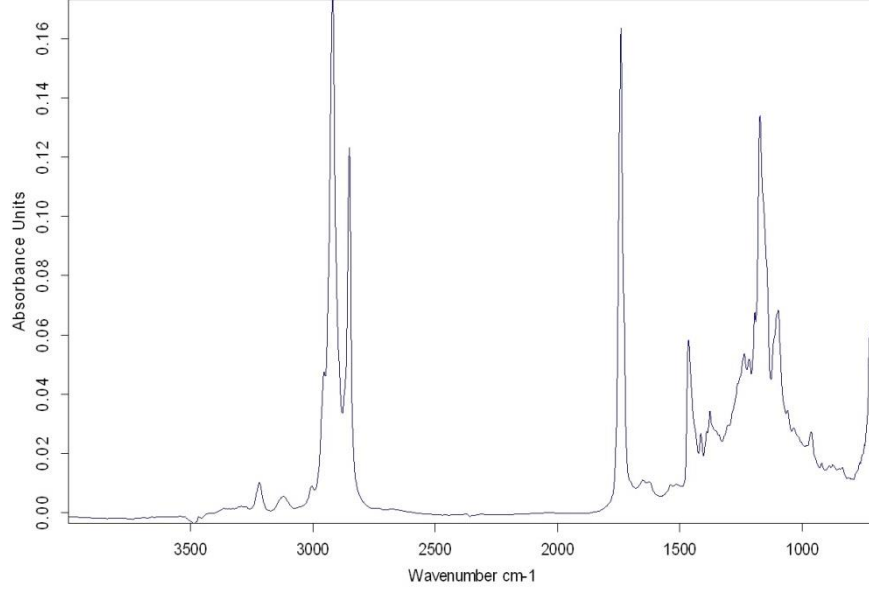
Greene and Cumuze [141] TBA değeri için bozulma sınırını 2mg malonaldehit/kg örnek olarak belirtmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında ürünlerin malonaldehit miktarları depolama süresince (1KSG örneği hariç) yükselmiş, ancak depolamanın sonunda örneklerin hiçbirinin sınır değerleri aşmadığı gözlenmiştir.

4.2.7. Fourier Dönüşüm İnfrared Spektroskopisi-Azaltılmış Toplam Reflektans Sonuçları

Çalışmada FTIR spektroskopisi ile farklı hidrokolloidler kullanılarak üretilen sosislerin kimyasal yapılarında meydana gelen değişikliklerin incelenmesi hedeflenmiştir. Analizler depolamanın başlangıcında gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubuna ait FTIR-ATR spektrumu şekil 4.4'de verilmiştir.

1700-1600 cm^{-1} aralığındaki amid I bölgesi myofibriller proteinlerin α -sarmal yapısındaki peptid bağı C=O gerilme titreşimleri hakkında bilgi verdiği belirtilmiştir [142, 143]. Amid I bandları, proteinlerin sekonder yapılarına olan yüksek hassasiyetinden dolayı genellikle proteinlerin katlanması, açılması ve birikmesiyle ilgilidir [143]. Myofibrillerdeki 3 temel proteinin (myosin, aktin ve titin) amid I bölgesindeki FTIR sinyalini oluşturduğu, ancak spektrumda meydana gelen değişimlerin hangi proteinden meydana geldiğinin tespit edilmesinin mümkün olmadığı belirtilmektedir [142, 144].

1600-1500 cm⁻¹ arasındaki bandların ise amid II bölgesi, polipeptit ve protein iskeletindeki N-H bağlarındaki tabakadaki eğilme (% 60) ve C-N gerilimi (% 40) hakkında bilgi verdiği belirtilmektedir [142, 143]. Her iki amid yapısının da oldukça duyarlı olduğu ve proteinlerin ikincil yapısının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır [145].



Şekil 4.4. Kontrol grubuna ait FTIR-ATR spekturumu.

Protein kalitesi, parçalanma karakteristikleri ve yararlanımı toplam protein kompozisyonunun yanı sıra proteinlerin iç yapısına (ikincil yapıları: α -heliks, β -düzlemsel ve oranları) ve biyolojik matrikse (protein-nişasta matriksi yada protein-karbohidrat matriksi gibi) bağlıdır. Proteinlerin iç yapısı temel olarak α -heliks ve β -düzlemsel yapılardan oluşmakta, random sarmal ve β -dönüşlerde az oranda bulunmaktadır. Bu yapıların oranı proteinlerin kalitesini, kullanıma uygunluğunu ve sindirim özelliklerini etkilemektedir. Yüksek oranda β -düzlemsel yapının bulunması gastrointestinal sindirim enzimlerine ulaşımı azaltabildiğinden proteinin değerini azalttığı belirtilmiştir [146]. Proteinlerin besinsel değerleri, sindirilebilirliği ve yararlanımları direkt olarak α -heliks ve β -düzlemsel tabakaya bağlı değildir. Proteinin tipi ve sindirim sisteminde enzimatik hidrolize yatkınlığı, proteinin iç yapısı ile de yüksek oranda ilişkilidir. β -düzlemsel tabaka'nın α -heliks yapıya oranının yüksek olması, proteinin sindirim enzimleriyle etkileşimini azaltmakta ve proteinin değeri de azalmaktadır [146].

Keten tohumu üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada [146] kızartma işleminin α -heliks oranını % 47'den % 36 düşürdüğü, β -düzlemsel tabaka oranını ise % 37'den % 50'ye çıkarttığı, α -heliks/ β -düzlemsel tabaka oranını ise 1.3'den 0.7'ye azalttığı bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre kızartma işleminin proteinlerin keten tohumunun protein değerini, besinsel yararlanımını etkilediğini belirtmiştir.

Çizelge 4.11: sosis örneklerinin FTIR spektrumlarından hesaplanan α -sarmal, β -düzlemsel tabaka % değerleri ve α -sarmal/ β -düzlemsel tabaka oranları

Örnek	α -sarmal (%)	β -düzlemsel (%)	α -heliks/ β -düzlemsel
Kontrol	39.02	13.95	1.53
0.5 κ CGN	26.57	10.71	2.49
1 κ CGN	37.30	11.76	3.19
0.5 λ CGN	38.81	26.17	0.43
1 λ CGN	39.65	21.46	0.92
0.5GG	32.00	10.23	1.87
1GG	29.32	17.67	1.34
0.5KSG	26.43	16.42	1.15
1KSG	21.23	42.59	0.53
0.5CHI	12.15	23.20	2.49
1CHI	19.22	21.26	1.03

Sarı ve kahverengi tohumlu kanola dokuları üzerinde gerçekleştirilen çalışmada [147], sarı çekirdekli kanola'nın α -heliks oranı kahverengi çekirdekli kanola'nın α -heliks oranına göre daha düşük (sırası ile % 33 ve 37), β -düzlemsel oranı ise daha yüksek (sırası ile % 27 ve 21) ve α -heliks/ β -düzlemsel tabaka oranı ise daha düşük bulunduğu belirtilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre sarı çekirdekli kanolanın protein kalitesinin daha düşük olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 4.11'da elde edilen sonuçlara bakıldığında örnekler farklı oranlarda hidrokoloid eklendiğinde α -sarmal oranlarının azaldığı (1 λ CGN örneği hariç) bulunmuştur. Buna karşın β -düzlemsel tabaka oranları genellikle artış eğilimindedir. α -sarmal/ β -düzlemsel tabaka oranlarına bakıldığında ise 0.5 κ CGN, 1 κ CGN, 0.5GG ve 0.5CHI örneklerinde artış gözlenirken, diğer örneklerde azalma olduğu gözlenmiştir. Daha önce de belirtildiği üzere α -sarmal/ β -düzlemsel tabaka oranı daha düşük olan örneklerin protein kalitelerinde azalma olmaktadır, bu bilgiye göre 0.5 κ CGN, 1 κ CGN, 0.5GG ve 0.5CHI örneklerinin protein kalitesinin kontrole göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

FTIR-ATR spektrumlarına ait sonuçlarda yeni bir bant oluşumu gözlenmemiştir.

4.2.8. Taramalı Elektron Mikroskopisi Görüntüleri

Taramalı elektron mikroskopisi (SEM) görüntülerine ait sonuçlar şekil 4.5-4.22'de verilmiştir. SEM görüntülerine ait sonuçlara bakıldığında kıyma ve yağ karıştırıldığında (Şekil 4.5c) yağ globüllerini karışım içinde gözlemek mümkündür. Kıymaya ait SEM görüntülerinde yapıya tuz eklenmediği için belirgin bir 3 boyutlu matrix oluşumu gözlenmemiştir. Isıl işlem görmüş kıymaya ait SEM görüntülerinde de benzer şekilde 3 boyutlu yapı belirgin şekilde gözlenmemiştir. Isıl işlem gören örneklerde yapıdan suyun uzaklaşmasından dolayı büzülme gözlenmiştir. Yağ ile karıştırılan kıymaya ısıl işlem uygulandığında (Şekil 4.5e) ise yağın eriyerek yapıdan uzaklaşmasından dolayı yapıda boşluklar gözlenmiştir.

Şekil 4.6'de hidrokoloidlerin eklenmediği yüksek yağ içerikli kontrol grubuna ait SEM görüntülerine ait sonuçlar verilmiştir. Görüntüler incelendiğinde 3 boyutlu bir yapının oluştuğu, yapı içinde boşluklar oluştuğu gözlenmiştir. Li ve Yeh [98] gerçekleştirdikleri çalışmalarında domuz ürünlerinde benzer şekilde boşluklar oluştuğunu belirlemişler ve bu boşlukların ısıl işlem ile nişastanın jelatinizasyon sıcaklığının geçilmesinden ve nişasta moleküllerinin parçalanarak bu boşlukları oluşturduklarını belirtmişlerdir.

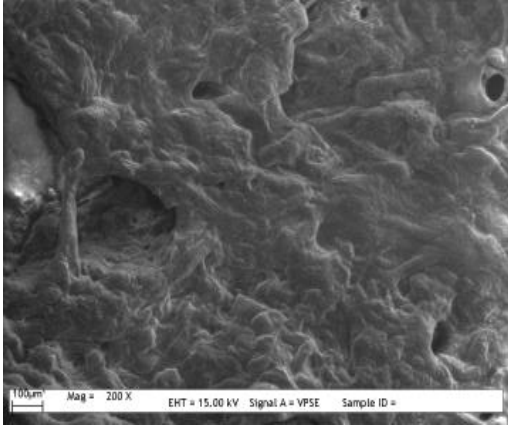
Şekil 4.8 ve 4.9'de sırası ile % 0.5 ve 1 oranında κ CGN kullanılan örnekler için SEM görüntülerine ait sonuçlar verilmiştir. Elde edilen sonuçlar kontrol ile karşılaştırıldığında, boşlukların azaldığı ve daha kompakt bir yapının oluştuğu gözlenmiştir. Düşük konsantrasyonda jel benzeri yapılar gözlenmese de, konsantrasyon % 1'e yükseltildiğinde jel benzeri yapılar gözlenebilmektedir.

Şekil 4.11 ve 4.12'de λ -CGN, şekil 4.14 ve 4.15'da ise GG'a SEM sonuçları yer almaktadır. Her iki katkı maddesinde de kontrol grubuna benzer şekilde boşluklar gözlenmiştir. Ancak GG'ın oranı % 1'e yükseltildiğinde bu boşlukların miktarı azalmış, jel benzeri yapıların oluşumu (şekil 4.15b) belirlenmiştir. Andres ve ark (25) tarafından guar gam/Ksantan gam ve peynir altı suyu proteini kullanılarak üretilen tavuk sosislerinde gerçekleştirilen çalışmalarında da benzer şekilde boşluklar ve jel benzeri yapılar gözlemlendiği belirtilmiştir.

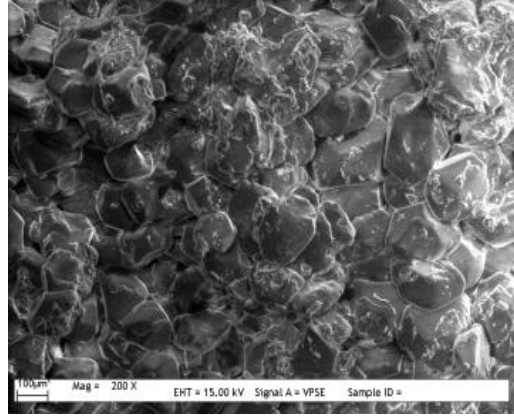
Şekil 4.17 ve 4.18'de ksantan gam'a ait SEM görüntüleri verilmiştir. Elde edilen görüntülerde jel benzeri yapılara rastlanmamış buna karşın boşluklar gözlenmiştir.

Kitosana ait SEM görüntüleri sonuçları ise şekil 4.20 ve 4.21'de gösterilmiştir. Kitosan % 1 oranında kullanıldığında daha düzgün bir yapı gözlenmiş ancak yapıda boşluklar belirlenmiştir. Horn ve ark [121] kollajen ve kitosan arasındaki etkileşimleri inceledikleri çalışmalarında kitosan kullanılan örneklerde gözeneklerin azaldığı belirtilmiştir. Ancak Horn ve ark [121] çalışmalarında kitosanı asetik asit içinde hazırlayarak çözünmesini sağlamışlar, çalışmamızda ise kitosan asit çözeltisi içinde çözülmeden direk olarak ürüne eklenmiştir.

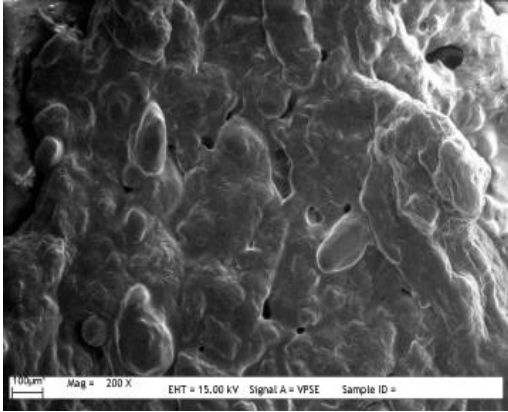
a



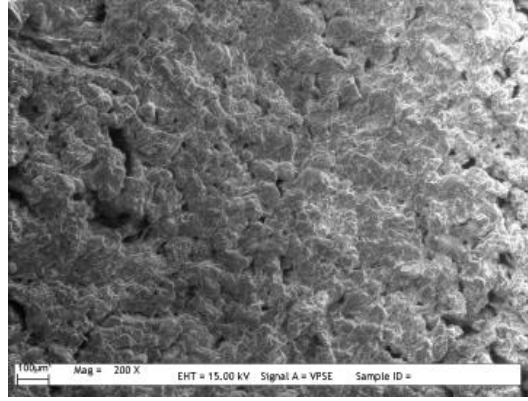
b



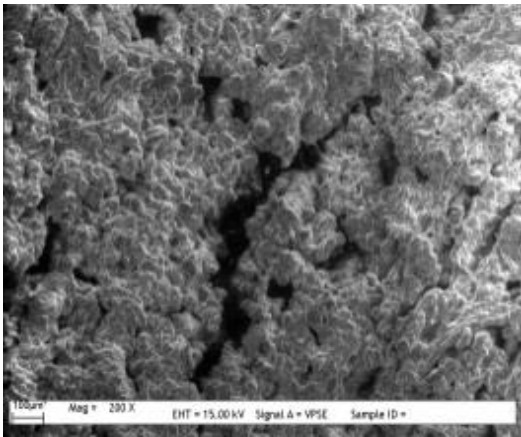
c



d

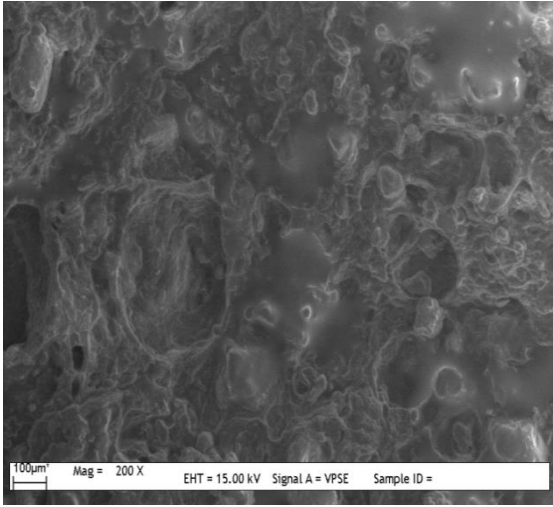


e

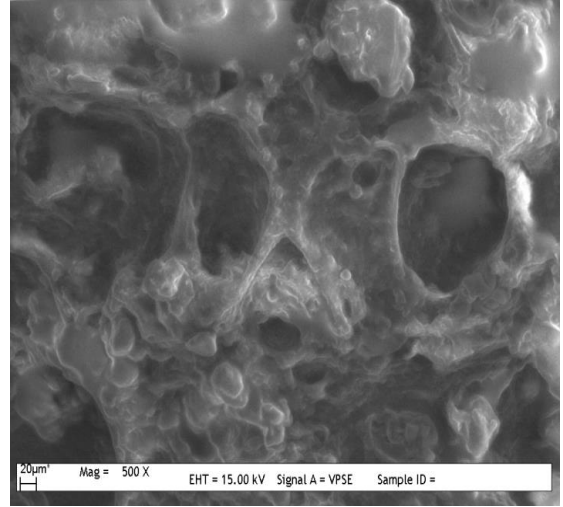


Şekil 4.5. a: çiğ kıyma, b: yağ, c: çiğ kıyma yağ karışımı, d: pişmiş kıyma, e: pişmiş kıyma yağ karışımı

a

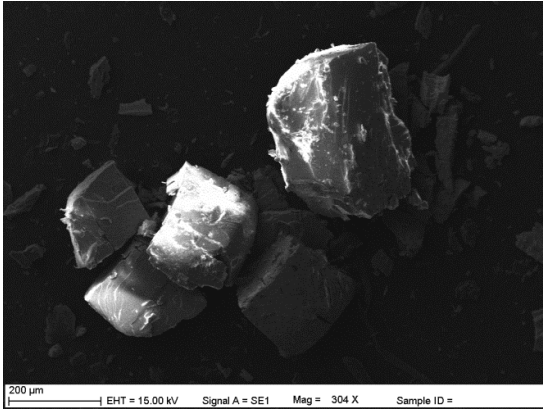


b

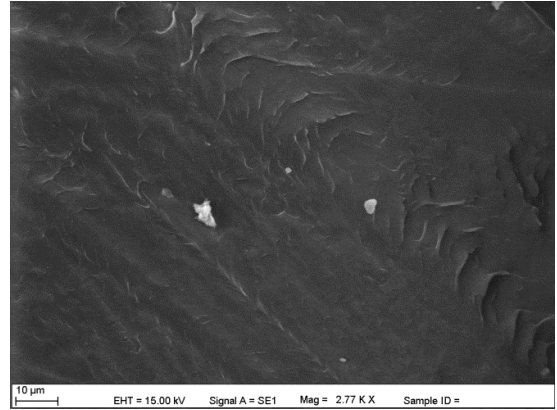


Şekil 4.6. Kontrol grubuna ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme

a

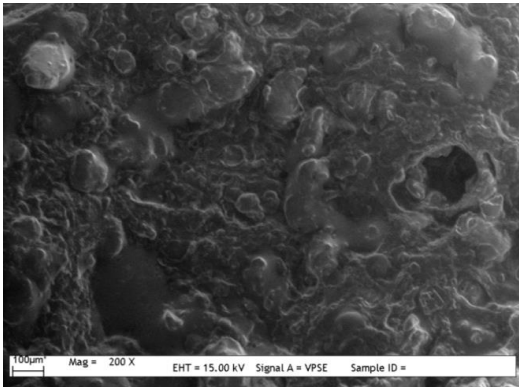


b

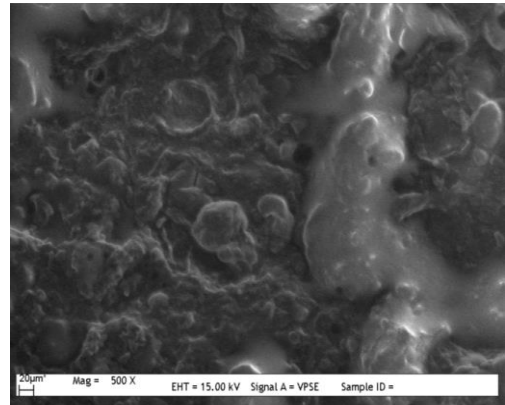


Şekil 4.7. κCGN'a ait SEM görüntüleri a: jelleşmemiş örnek, b: ısıtılmış örnek

a

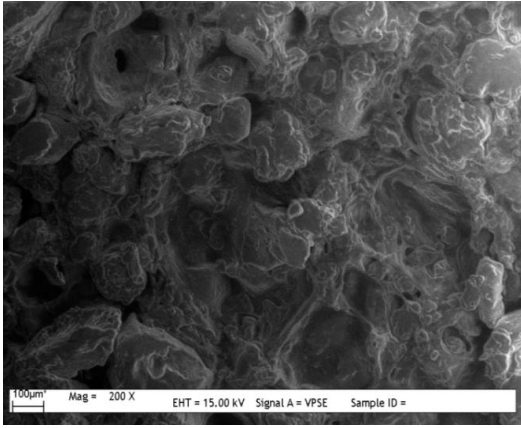


b

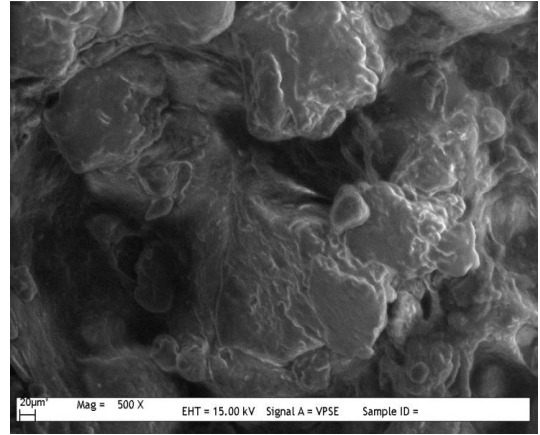


Şekil 4.8. % 0.5 κCGN içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme

a

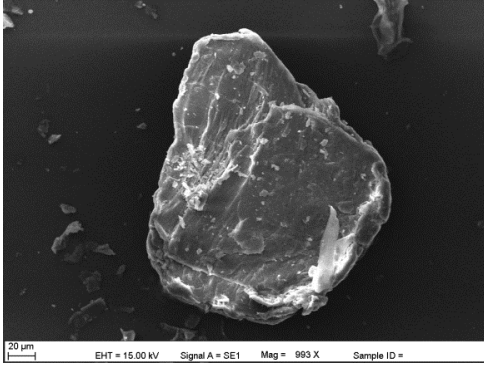


b

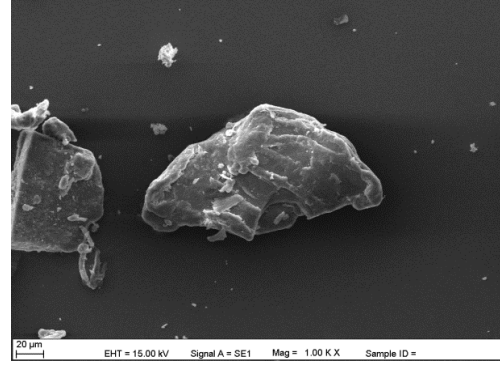


Şekil 4.9. % 1 κ CGN içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a

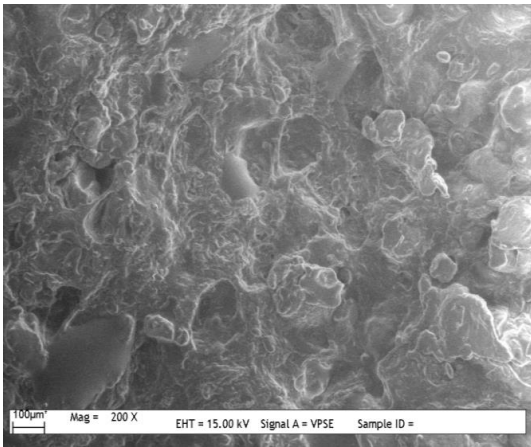


b

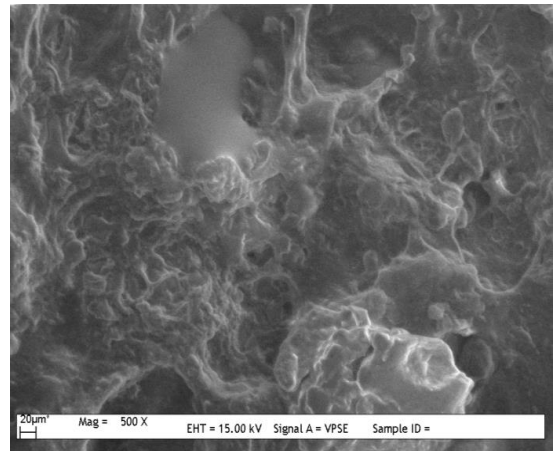


Şekil 4.10. λ CGN'a ait SEM görüntüleri a: ısıtılmamış örnek, b: ısıtılmış örnek

a

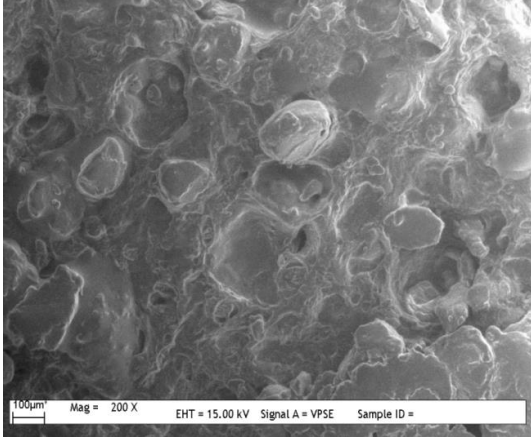


b

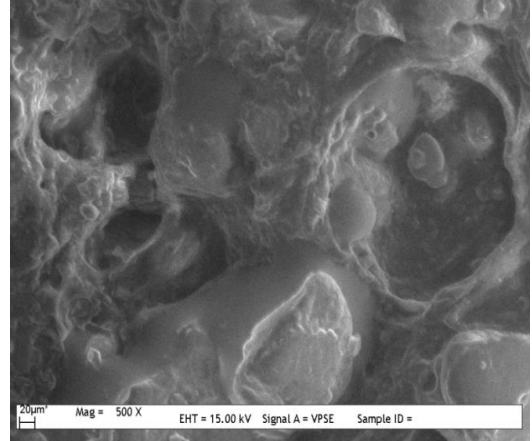


Şekil 4.11. % 0.5 λ CGN içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a

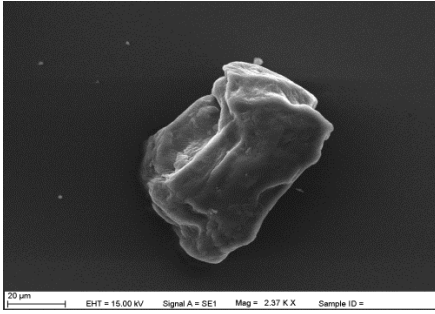


b

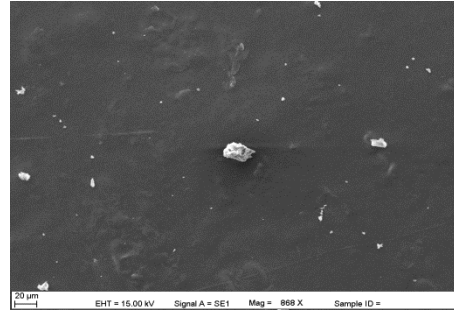


Şekil 4.12. % 1 λ CGN içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a

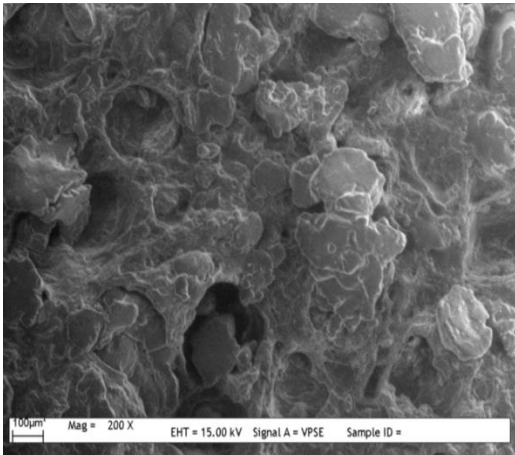


b

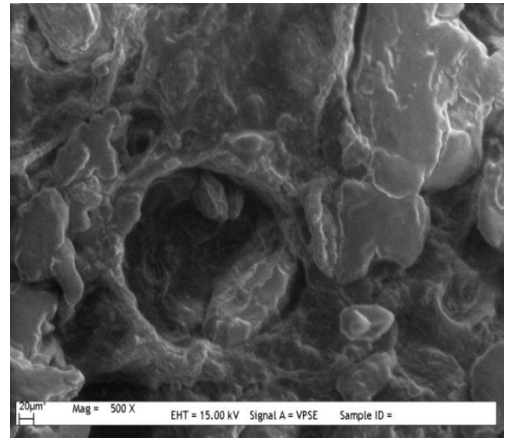


Şekil 4.13. Guar Gama ait SEM görüntüleri a: ısıl işlem görmemiş örnek, b: ısıl işlem görmüş jelleşmiş örnek

a

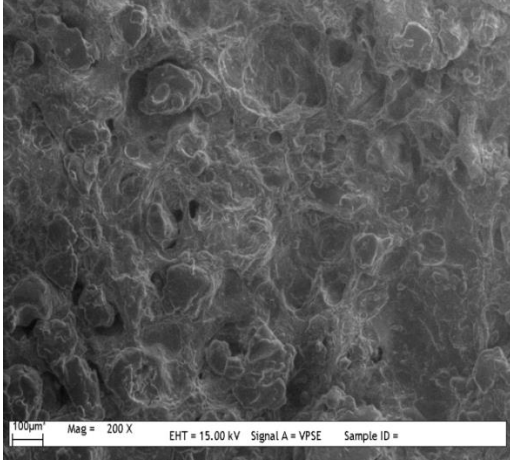


b

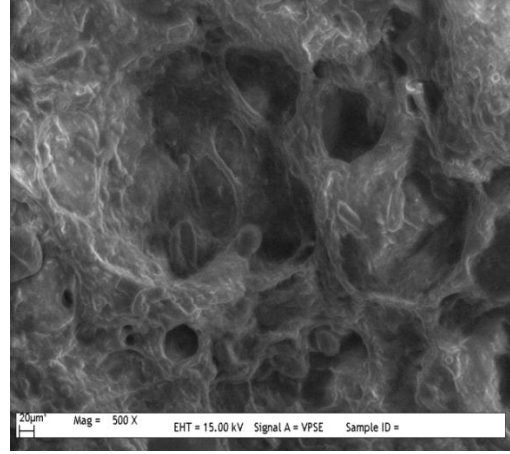


Şekil 4.14. % 0.5 GG içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a

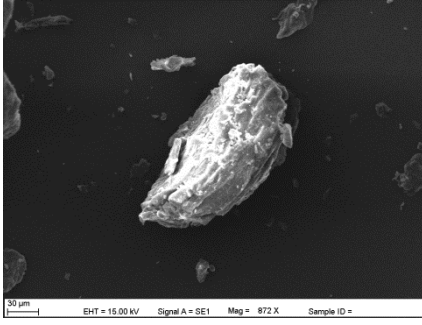


b

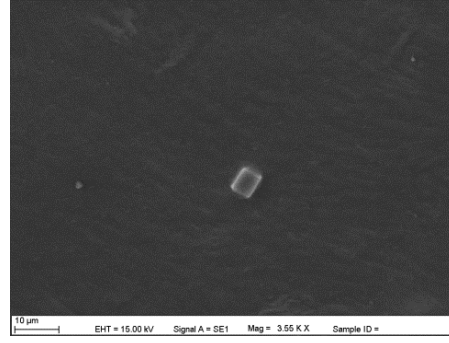


Şekil 4.15 % 1 GG içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a

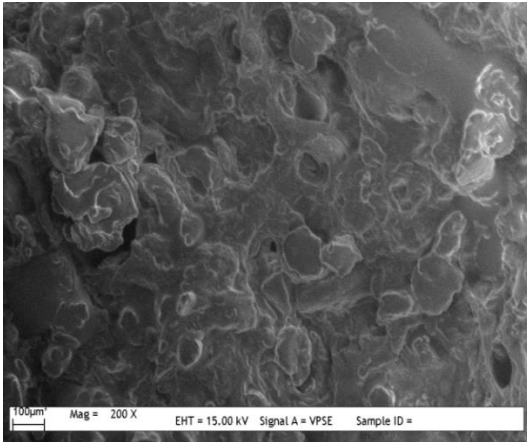


b

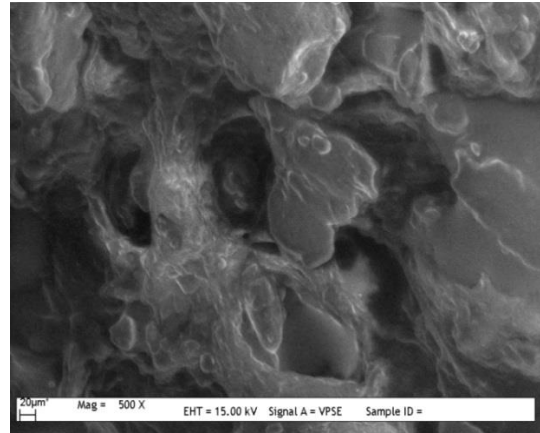


Şekil 4.16. Ksantan gama ait SEM görüntüleri, a: ısı işlem görmemiş örnek, b: Isıl işlem gören jelleşmiş örnek

a

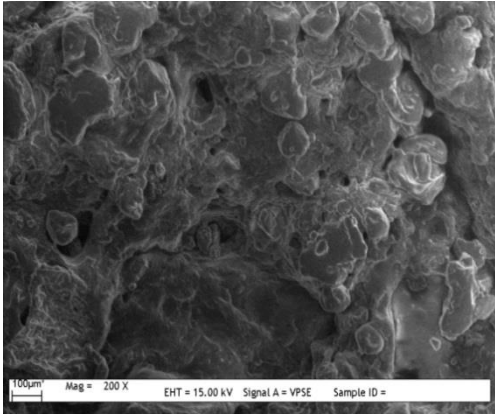


b

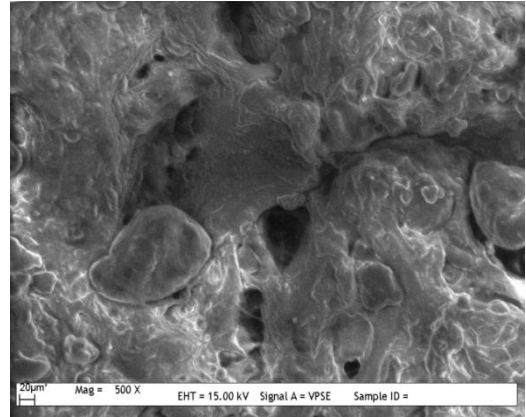


Şekil 4.17. % 0.5 KSG içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a



b



Şekil 4.18. % 1 KSG içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a

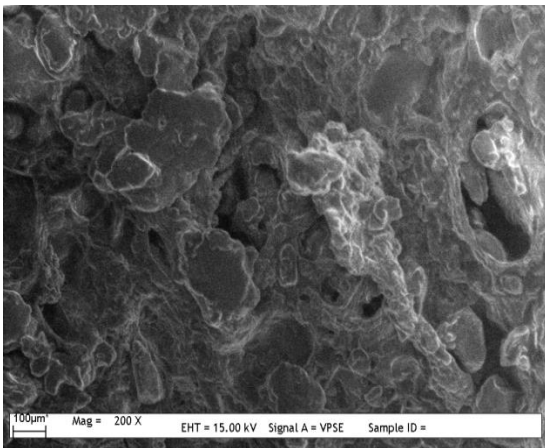


b

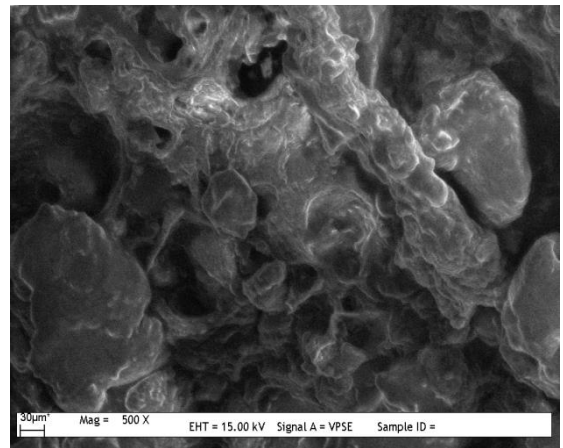


Şekil 4.19. Kitosana ait SEM görüntüleri. a: ısı işlem görmemiş örnek, b: ısı işlem gören örnek

a

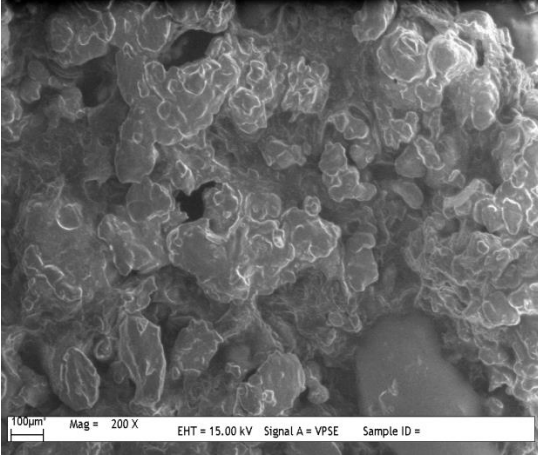


b

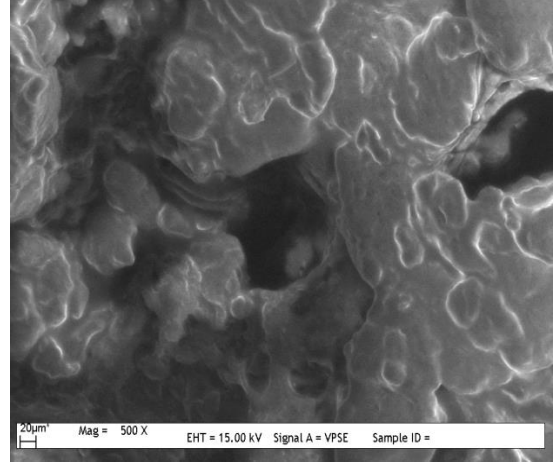


Şekil 4.20. % 0.5 CHI içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a

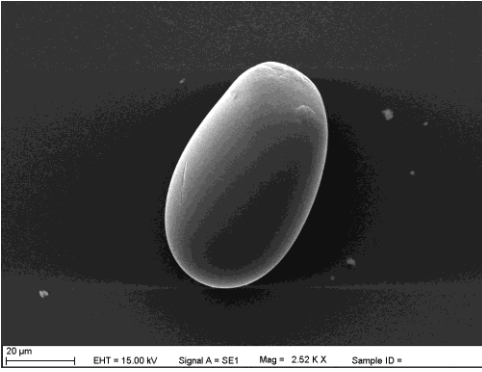


b

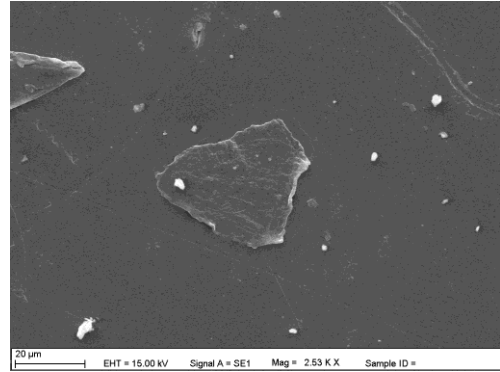


Şekil 4.21. % 1 KSG içeren örneğe ait SEM görüntüleri. a: 200x büyütme, b: 500x büyütme.

a



b



Şekil 4.22. Patates nişastasına ait SEM görüntüleri, a: ısıtılmış işlem görmemiş örnek, b: jelleştirildikten sonra ısıtılmış işlem gören örnek

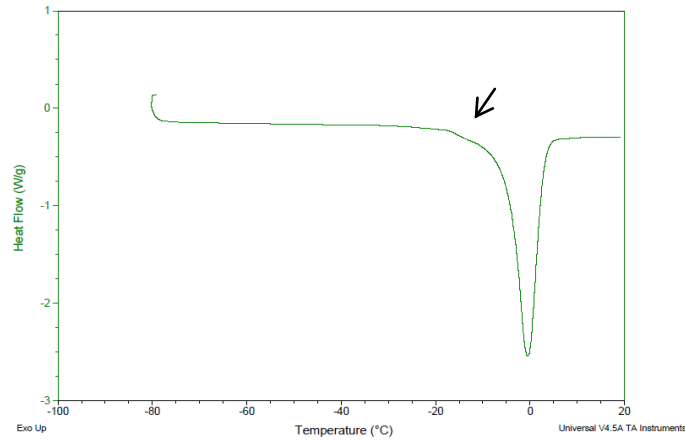
Şekil 4.7, 4.10, 4.13, 4.16 ve 4.19'da sırası ile κ CGN, λ CGN, GG, KSG ve CHI'a ait toz halindeki orijinal halleri ve jelleşen örneklerde jelleştirildikten sonra jelleşmeyen örneklerde ise toz haline ısıtılmış işlem uygulanmasından sonraki SEM görüntüleri verilmiştir. Jelleşebilen örneklerde ısıtılmış işlem uygulandığında düz bir görüntü elde edilirken, jelleştirilmeden ısıtılmış işlem uygulanan örneklerde büzülme gözlenmiştir.

4.2.9. Sosis Örneklerine Ait Termal Analiz Sonuçları

Sosis örneklerinde 20-100°C aralığında gerçekleştirilen differansiyel taramalı kalorimetre (DTK) termogramlarında endotermik yada ekzotermik herhangi bir pike rastlanmamıştır. Bu durum sosislere uygulanan ısıtılmış işlemler esnasında proteinlerin

denatüre olmasından ve bu denatürasyonun termal olarak geri dönüşümsüz olmasından kaynaklanmaktadır.

Camsı geçiş sıcaklığı DTK termogramlarında basamak değişimi olarak gözlenmektedir (Şekil 4.23). TA Universal analysis 2000 programında yer alan camsı geçiş sıcaklığı hesaplama yöntemi ile termogramda basamak değişiminin başlangıç ve sonlanma noktaları seçilerek hesaplama yapılır ve orta nokta camsı geçiş sıcaklığı olarak belirlenir. Camsı geçiş sıcaklığı (T_g) ikincil derece geçiştir ve zaman-sıcaklık ile ilgili özelliklere ek olarak suyun, dondurma ve depolama süresince durumu hakkında bilgi verebilmektedir [148]. T_g 'den düşük sıcaklıklarda camsı bir materyalin moleküler mobilitesi oldukça düşmektedir ve bu sayede gıdaların depolanması esnasında meydana gelen tekstür kaybı, enzimatik bozulma, tat-koku kaybı gibi birçok bozulma değişimleri gecikmektedir [148]. T_g 'den düşük sıcaklıklarda, konsantre haldeki su kinetik olarak immobilize olmakta ve bu nedenle de bozulma reaksiyonlarında yer almamakta yada bozulma reaksiyonlarını desteklememektedir [148].



Şekil 4.23. Camsı geçiş sıcaklığının gösterildiği DTK termogramı

Camsı geçiş sıcaklığının belirlenmesinde tavlama sıcaklığı ve süresi en önemli etkenlerdendir. Tavlama sıcaklığı azaltıldığında T_g 'de daha düşük sıcaklıklara kaymaktadır. Sunooj ve ark [148] tavuk ve koyun etinin T_g değerinin bulunması üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada farklı sıcaklıklar ve süreler denenmiş, tavuk etinde T_g değerini en iyi -17°C ve 1saat, koyun etinde ise -15°C ve 1saat tavlama işlemi uygulamanın en iyi sonucu verdiğini belirtmişlerdir. Tavlama süresini 1saate

kadar istatistiki olarak önemli bir fark yarattığının, daha uzun süre tavlama gerçekleştirildiğinde ise önemli bir değişim olmadığı vurgulanmıştır. Bu bilgiler dahilinde gerçekleştirilen denemelerle analizlerde tavlama sıcaklığı -20°C ve tavlama süresi ise 1 saat olarak belirlenmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre (çizelge 4.12) kullanılan katkı maddeleri ürünlerin camsı geçiş sıcaklıklarını kontrole göre farklı şekillerde etkilemiştir. En yüksek değer $0.5\lambda\text{CGN}$ örneğinde bulunurken, en düşük T_g değeri ise $1\lambda\text{CGN}$ örneğinin bulunmuştur. Gerçekleştirilen farklı çalışmalarda örneklerin nem değerleri arttığında T_g değerinin azaldığı belirtilmiştir [103, 148, 149]. Elde ettiğimiz sonuçlarda da örneklerin T_g ile nem değerleri arasında benzer bir ilişki bulunmuştur. Nem ve T_g arasında gerçekleştirilen korelasyon analizine göre korelasyon katsayısı -0.38 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.12: Camsı geçiş sıcaklığının değişimi.

Örnek	T_g	Örnek	T_g
Kontrol	-16.74	1GG	-16.10
$0.5\kappa\text{CGN}$	-16.45	0.5KSG	-17.13
$1\kappa\text{CGN}$	-16.61	1KSG	-16.73
$0.5\lambda\text{CGN}$	-15.63	0.5CHI	-17.03
$1\lambda\text{CGN}$	-18.42	1CHI	-17.25
0.5GG	-16.89		

4.2.10. Duyusal analiz sonuçları

10 panelist tarafından gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçları çizelge 4.13'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yağ oranının azaltılıp, hidrokolloidlerin kullanımı sosislerin dış görünüşünü $0.5\kappa\text{CGN}$ ve $1\lambda\text{CGN}$ örnekleri dışındaki örneklerde belirgin şekilde azaltmıştır ($p < 0.05$). Kesit görünüş/reng sonuçlarına bakıldığında 0.5GG , 0.5KSG , 1KSG ve 1CHI örneklerinde önemli bir azalma gözlenirken ($p < 0.05$), diğer örneklerdeki azalma kontrole göre önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Farklı hidrokolloidlerin kullanımının örneklerin yapı

sonuçlarını etkilediği ve tüm örneklerin yapı değerlerin azalma olduğu gözlenmiştir. Tat/koku değerlerin bakıldığında ise 0.5κCGN ve 0.5λCGN örneklerindeki azalma kontrole göre önemli bulunmazken, diğer örneklerin önemli derecede etkilendiği gözlenmiştir. Örneklerin toplam kabul edilebilirliğinin yağın azaltılıp, hidrokolloidlerin kullanımı ile düştüğü ve panelistler tarafından kontrole göre daha az kabul edilebilir olduğu gözlenmiştir.

Candoğan ve Kolsarıcı [139]'nın gerçekleştirdiği çalışmada, yağ oranının azaltılarak farklı oranlarda karragenan eklemenin örneklerin duyu analizi sonuçlarını azalttığı, ancak bu azalmanın yüksek yağ içerikli kontrole göre istatistiki olarak önemli olmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.13: Duyusal analiz sonuçları

Örnek	Dış görünüş	Kesit görünüş/reng	Yapı	Tat/koku	Toplam kabul edilebilirlik
Kontrol	7.6 ± 0.84 ^d	7.1 ± 0.88 ^d	7.7 ± 0.48 ^e	7.7 ± 0.67 ^f	7.51 ± 0.57 ^f
0.5κCGN	6.9 ± 0.32 ^{cd}	6.3 ± 0.67 ^{cd}	6.6 ± 0.70 ^d	7.0 ± 0.94 ^{ef}	6.66 ± 0.47 ^e
1κCGN	6.6 ± 0.70 ^c	6.3 ± 1.06 ^{cd}	5.9 ± 0.88 ^{cd}	6.5 ± 1.43 ^e	6.27 ± 0.92 ^{de}
0.5λCGN	6.7 ± 0.48 ^c	6.5 ± 0.71 ^{cd}	6.1 ± 0.74 ^d	6.8 ± 1.14 ^{ef}	6.49 ± 0.60 ^e
1λCGN	6.8 ± 0.63 ^{cd}	6.5 ± 1.08 ^{cd}	6.6 ± 1.07 ^d	5.9 ± 0.99 ^{de}	6.38 ± 0.73 ^{de}
0.5GG	5.2 ± 1.14 ^b	5.6 ± 1.43 ^{bc}	5.1 ± 1.29 ^{bc}	6.1 ± 1.66 ^e	5.56 ± 1.33 ^{bcd}
1GG	6.2 ± 0.92 ^c	6.1 ± 0.99 ^{cd}	5.7 ± 0.94 ^{cd}	6.2 ± 0.79 ^e	6.02 ± 0.65 ^{cde}
0.5KSG	5.1 ± 1.10 ^b	4.8 ± 1.23 ^b	4.7 ± 0.82 ^b	4.9 ± 1.19 ^{cd}	4.83 ± 0.90 ^b
1KSG	1.9 ± 1.10 ^a	1.9 ± 1.29 ^a	1.6 ± 0.97 ^a	1.9 ± 1.52 ^a	1.81 ± 1.19 ^a
0.5CHI	6.7 ± 0.82 ^c	6.0 ± 1.41 ^{cd}	6.0 ± 1.15 ^{cd}	3.6 ± 0.97 ^b	5.35 ± 0.93 ^{bc}
1CHI	6.4 ± 0.96 ^c	5.8 ± 1.48 ^{bc}	6.3 ± 1.06 ^d	4.1 ± 1.45 ^{bc}	5.50 ± 1.07 ^{bcd}

a-f: Aynı sütundaki farklı üstel harflere sahip değerler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Soultos ve ark. [140] çalışmasında kitosan kullanılan ürünlerin görünüş değerleri kontrole göre daha yüksek olduğu belirtilirken tat sonuçları ise depolamanın başlangıcında kontrole göre farklılık göstermezken, depolamanın devamında kontrole göre daha çok beğenildiği belirtilmiştir.

Luruena-Martinez ve ark [5] domuz yağının azaltılarak, zeytinyağı ve keçiboynuzu/ksantan gam kullanarak ürettikleri ürünlerde gerçekleştirdikleri duysal analiz sonuçlarına göre kontrol grubu ile düşük yağlı ürünler arasında toplam kabul edilebilirlik açısından önemli bir fark olmadığı, ancak bazı panelistlerin kontrol grubunu tekstür, sululuk ve tadı nedeniyle tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Tez çalışması kapsamında üretilen düşük yağ içerikli ürünlerin yüksek yağ içerikli kontrole göre daha az beğenildiği gözlenmiş, özellikle % 1 oranında ksantan gam içeren örneğin sonuçları çok kötü olarak bulunmuştur.

5. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, emülsifiye et ürünlerinden sosisin hayvansal yağ içeriği azaltılarak, yapı oluşumunun sağlanması amacıyla farklı oranlarda κ -karragenan, λ -karragenan, guar gam, ksantan gam ve kitosan kullanılmış ve ürünlerin yapısal oluşumu, termal ve kalite özellikleri +4°C'da 90 günlük depolama süresince incelenmiştir. Ayrıca ürünlerin duyu özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da panelistler ile tadımlar gerçekleştirilmiştir. Kullanılan farklı hidrokoloidlerin et proteinleri ile etkileşimlerini inceleyebilmek amacıyla sosis üretimi esnasında kullanılan katkıları ile model sistemler oluşturulmuş ve differansiyel taramalı kalorimetrede proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Ayrıca model sistemlerin emülsiyon stabiliteleri belirlenerek yapı oluşumuna katkıları incelenmiştir.

Kıyma üzerinde gerçekleştirilen termal analizlerde 3 temel pik elde edilmiş ve bunların myosin, sarkoplazmik proteinler ve aktine ait olduğu belirlenmiştir. Yapıya tuz eklemenin et proteinlerinden myosin ve aktini destabilize ettiği, yani denatürasyona daha az dayanıklı hale getirdiği, sarkoplazmik proteinleri ise stabilize ettiği bulunmuştur. Model sistemlerin oluşturulması amacıyla yapıya eklenen tuz, fosfat, nişasta ve hidrokoloidlerin proteinlerin denatürasyon sıcaklıklarını farklı şekillerde etkilediği, bu etkileşimlerin proteinler ile hidrokoloidler arasında bir etkileşimi gösterdiği belirlenmiştir.

Ürünlerin proses verimleri % 93.87-91-47 arasında bulunmuş, hidrokoloidlerin kullanıldığı sosilerin proses verimlerinin kontrolden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Emülsiyon stabilitesi analizleri toplam salınan sıvı cinsinden verilmiş, ve kullanılan hidrokoloidlerin oranı arttırıldığında TEF oranının azaldığı, yani daha stabil emülsiyonlar elde edildiği gözlenmiştir. Emülsiyon stabilitesi ile pişirme kayıpları sonuçlarının uyumlu olması beklenirken bazı örneklerde farklılıklar gözlenmiş, bu farklılıkların analizlerde uygulanan işlem farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Ürünlerin nem/protein ve yağ/protein oranları Et ve Et ürünleri Tebliğine uygun bulunmuştur. Hidrokoloidlerin kullanıldığı ürünlerde protein miktarı kontrole göre daha düşük bulunmuş, ancak tebliğde belirtilen seviyeye uygun olduğu

gözlenmiştir (% 0.5 λ CGN içeren örnek hariç). Sosislerde kullanılan hidrokolloidlerin oranları arttırıldığında su tutma kapasitelerinin arttığı gözlenmiştir. Yağ oranı azaltılarak üretilen sosislerin pH değerlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu, depolama süresince ise genellikle azalma eğiliminde olduğu bulunmuştur.

Sosislere hidrokolloid eklendiğinde ürünlerin parlaklık değerleri kullanılan hidrokolloide göre artış ya da azalma gösterirken, kırmızılık değerlerinin kontrole göre azaldığı, sarılık değerlerinin ise arttığı bulunmuştur. Yağı azaltılan ürünlerin sertlik 1, 2, bağlayıcılık, gam özelliği ve çiğnenebilirlik değerleri yüksek yağlı kontrole göre azalırken, esneklik değerinin önemli derecede etkilenmediği belirlenmiştir.

Örneklerin oksidasyon derecelerinin depolama süresince arttığı gözlenmiştir. Farklı hidrokolloidlerin kullanımı TBA değerlerinde artışı farklı şekillerde etkilemiş, depolama sonunda en yüksek TBA değeri guar gamda bulunmuştur. Depolama sonunda ürünlerin TBA değerleri 1mg malonaldehit/kg örnek sınırını aşmamıştır.

FTIR sonuçları örneklerde protein hidrokolloidlerin etkileşimleri sonucunda oluşabilecek bağlar ve α -sarmal/ β -düzlemsel tabaka oranı hakkında bilgi vermek amacıyla kullanılmış, ancak ürünlerde yeni bir bağ oluşumu gözlenmemiştir. Ürünlerdeki α -sarmal/ β -düzlemsel tabaka oranı proteinlerin kalitesi hakkında bilgi vermekte ve bu oranın düşük olması protein kalitesinin düşük olduğunun göstergesi kabul edilmektedir. Ürünlerde farklı hidrokolloid kullanımının bu oranı farklı şekillerde etkilediği belirlenmiş, 0.5 κ CGN, 1 κ CGN, 0.5GG ve 0.5CHI örneklerinin protein kalitesinin kontrole göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

TEM görüntüleri ürünlerin yapısal oluşumu hakkında bilgi vermektedir. Kullanılan nişastanın kontrol grubunda ısı işlem dolayısıyla boşluklar oluşturduğu gözlenmiştir. Hidrokolloidlerin kullanıldığı bazı örneklerde ise jel benzeri yapılar ve daha düzgün yapılar olduğu belirlenmiştir.

Sosis üzerinde gerçekleştirilen termal analizler sonucunda 20-100°C arasında bir pik elde edilememiştir. Bu durum üretim esnasında uygulanan ısı işlem dolayısıyla proteinlerin denatüre olması ve bu denatürasyonun geri dönüşümsüz olarak gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Ürünlerin camsı geçiş sıcaklıkları ise

hidrokolloidlerden farklı şekillerde etkilenmiştir. Camsı geçiş sıcaklığı ile ürünlerin nem içerikleri arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Panelistlerce gerçekleştirilen duyu analizler yağ oranı azaltılan ürünlerin yüksek yağlı kontrole göre daha az beğenildiğini göstermiştir. Özellikle ksantan gam kullanılan ürünler en az beğenilen ürünler olmuştur.

Bu tez çalışması kapsamında düşük yağ içerikli sosislerin üretiminde farklı hidrokolloidlerin kullanımı incelenmiştir. Kullanılan hidrokolloidlerinden karragenanlar ve kitosan içeren ürünler yapının daha iyi oluşmasına katkıda bulunmuş, bunun yanı sıra tüketiciler tarafından en çok beğenilen ürünler olmuşlardır. Ksantan gam ise yapı oluşumunu oldukça olumsuz etkilemiş tüketiciler tarafından da en az beğenilen ürün olmuştur. Bu nedenle ksantan gamın et ürünlerinde tek başına kullanımına uygun olmadığı söylenebilir. Ksantan gamın diğer hidrokolloidler ile birlikte ürün kalitesi üzerine etkileri ve et proteinleri ile etkileşimleri incelenmelidir. FTIR analizleri ile birlikte sosislere proteinlerin kalitesinin belirlenebildiği gözlenmiştir. Protein kalitesi üzerine gerçekleştirilecek çalışmalarda elde edilen sonuçların konuya bir temel oluşturabileceği ve iyi bir kaynak olacağı düşünülmektedir. Çalışma farklı hidrokolloidlerin kullanımını ve proteinlerle etkileşimin incelenmesinden dolayı ileride gerçekleştirilecek çalışmalara temel oluşturabilecek niteliktedir. Kullanılan katkı maddelerinin birlikte kullanılarak oluşturabilecekleri etkiler ve protein etkileşimlerinin incelenmesi ile çalışma genişletilebilir. Hidrokolloidlerin kullanımı ile düşük yağ içerikli ürünlerin üretimi ve daha sağlıklı ürünlerin üretilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Andres, S.C., Garcia, M.E., Zaritzky, N.E., Califano, A.N., Storage stability of low-fat chicken sausages, *Journal of Food Engineering* 72, 311–319 **2006**.
- [2] Öztan, A., *Et bilimi ve Teknolojisi*, Genişletilmiş 4. Baskı, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, ISBN: 975-395-632-0, Ankara, **2008**.
- [3] Foegeding, E. A., Gelation in meat batters, *Reciprocal Meat Conference Proceedings*, Volume 41, 44-47 **1988**.
- [4] Candogan, K., Kolsarici, N., The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters, *Meat Science* 64, 199–206 **2003**
- [5] Lurueña-Martinez, M.A., Vivar-Quintana, A.M., Revilla, I., Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters, *Meat Science*, 68, 383–389 **2004**.
- [6] Garcia-Garcia, E., Totosaus, A., Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and κ-carrageenan by a mixture design approach, *Meat Science*, 78, 406–413 **2008**.
- [7] Hu, F.B., Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Ascheiro, A., Spiegelman, D., Willet, W.C., Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men, *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 912–921, **2000**.
- [8] Xu, J., Eilat-Adar, S., Loria, C., Goldbourt, U., Howard, B. V., Fabsitz, R. R., Zepher, E.M., Mattil, C., Lee, E.T., Dietary fat intake and risk of coronary heart disease: the strong heart study, *American Journal of Clinical Nutrition*, 84, 894–902, **2006**.
- [9] Eilert, S.J., Blackmer, D.D., Mandigo, R.W., Calkins, C.R. (). Meat batters manufactured with modified beef connective tissue, *Journal of Food Science*, 58, 4, 691–696, **1993**.
- [10] Leteleir, V., Kastner, C.L., Kenney, P.B., Kropf, D.H., Hunt, M.C., Garcia Zepeda, C.M., Flaked sinew addition to low-fat cooked salami, *Journal of Food Science*, 60, 2, 245–249, **1995**.
- [11] McMIndes, M.K., Applications of isolated soy protein in lowfat meat products, *Food Technology*, 45, 12, 61–64, **1991**.
- [12] Keeton, J.T., Low-fat meat products – Technological problems with processing, *Meat Science*, 36, 261–276, **1994**.
- [13] Cierach, M., Modzelewska-Kapituła, M., Szaciło, K., The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters, *Meat Science*, 82, 295–299, **2009**.

- [14] Ayadi, M.A., Kechaou, A., Makni, I., Attia, H., Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties, *Journal of Food Engineering*, 93, 278–283, **2009**.
- [15] Smith, D.M., Meat proteins: functional properties in comminuted meat products, *Food Technology*, 42, 4, 116–121, **1988**.
- [16] Vega-Warner, V., Merkel, R.A., Smith, D.M., Composition, solubility and gel properties of salt soluble proteins from two bovine muscle types, *Meat Science*, 51, 3, 197–203, **1999**.
- [17] Jiménez Colmenero, F., Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products, *Trends in Food Science & Technology*, 11, 56-66, **2000**.
- [18] Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades S., Healthier meat and meat products: their role as functional foods, *Meat Science*, 59, 5–13, **2001**.
- [19] Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V., Ghidini, S., Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products, *Trends in Food Science and Technology*, 10, 119–128, **1999**.
- [20] Hughes, E., Cofrades, S., Troy, D.J., Effects of Fat Level, Oat Fibre and Carrageenan on Frankfurters Formulated with 5, 12 and 30 % Fat, *Meat Science*, 45, 3, 273-281, **1997**.
- [21] Pietrasik, Z., Duda, Z., Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages *Meat Science* 56, 181-188, **2000**.
- [22] Tan, S.S., Aminah, A., Zhang, X.G. Abdul, S.B., , Optimizing palm oil and palm stearin utilization for sensory and textural properties of chicken frankfurters, *Meat Science*, 72, 387-397, **2006**.
- [23] Kao, W.T., Lin K.W., Quality of reduced-fat frankfurter modified by konjac-starch mixed gels, *Journal of Food Science*, 71, 4, 326-332 **2006**.
- [24] Cengiz, E., Gokoglu, N., Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition, *Food Chemistry*, 91, 443-447, **2005**.
- [25] Andrès, S., Zaritzky, N., Califano, A., The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages, *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 954–961, **2006**.
- [26] Beriain, M.J., Gómez, I., Petri, E., Insausti, K., Sarriés, M.V., Beriain, M.J., Gómez, I., Petri, E., Insausti, K., Sarriés, M.V., The effects of olive oil emulsified alginate on the physico-chemical, sensory, microbial, and fatty acid profiles of low-salt, inulin-enriched sausages, *Meat Science*, 88, 189–197, **2011**.
- [27] Álvarez, D., Delles, R.M., Xiong, Y.L., Castillo, M., Payne F.A, Laencina, J., Influence of canola-olive oils, rice bran and walnut on functionality and

- emulsion stability of frankfurters, *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1435-1442, **2011**.
- [28] Ansorena, D., Astiasarán, I., Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants, *Meat Science*, 67, 237–244, **2004**.
- [29] Ansorena, D., Astiasarán, I., The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry-fermented sausages, *Food Chemistry*, 87, 69–74, **2004**.
- [30] Ayo, J., Carballo, J., Serrano, J., Olmedilla-Alonso, B., Ruiz-Capillas, C., Jiménez-Colmenero, F., Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters, *Meat Science*, 77, 173–181, **2007**.
- [31] Garcia, M.L., Dominguez, R., Galvez, M.D., Casas, C., Selgas, M.D., Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages, *Meat Science*, 60, 227–236, **2002**.
- [32] Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., Pérez-Alvarez, J.A., Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber, *Meat Science*, 80, 410-417, **2008**.
- [33] Eim, V.S., Simal, S., Rosselló, C. and Femenia, A., Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada), *Meat Science*, 80, 173-182, **2008**.
- [34] Özvural, E.B., Vural, H., Gökbulut, I., Özbas, O.O., Utilization of brewer's spent grain in the production of Frankfurters, *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1093-1099, **2009**.
- [35] Totosaus, A., Alfaro-rodriguez, R. H. and Pérez-chabela, M. L., Fat and sodium chloride reduction in sausages using κ -carrageenan and other salts, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55, 5, 371-380, **2009**.
- [36] Choi, Y.S., Choi, J.H., Han, D.J., Kim, H.Y., Lee, M.A., Jeong J.Y., Chung, H.J., Kim, C.J., Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters, *Meat Science*, 84, 557–563, **2010**.
- [37] Griguelmo-Miguel, N., Abadias-Seros, M.I. Martin-Belloso, O., Characterization of low-fat high-fibre Frankfurters, *Meat Science*, 52, 247-256, **1999**.
- [38] Ulu, H., Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs, *Food Chemistry*, 95, 600–605, **2006**.
- [39] Liu, H., Xiong, Y.L., Jiang, L., Kong, B., Fat reduction in emulsion sausage using an enzyme-modified potato starch, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1632–1637, **2008**.

- [40] Barbut, S., Effect of hydrolysed and regular dairy proteins on the texture, colour and microstructure of poultry meat emulsions, *British Poultry Science*, 48, 6, 655-660, **2007**.
- [41] Dickensen, E., Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems, *Food Hydrocolloids*, 17, 25-39, **2003**.
- [42] Ibanoglu, E., Effect of hydrocolloids on the thermal denaturation of proteins, *Food Chemistry*, 90, 621–626, **2005**.
- [43] Garti, N., Madar, Z., Aserin, A., Sternheim, B., Fenugreek galactomannans as food emulsifiers, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 30, 305–311, **1997**.
- [44] Introduction to food hydrocolloids *Handbook of Food Hydrocolloids*, (Eds: Phillips, G.O., Williams, P.A.) CRC Press Woodhead publishing Limited ch. 1, **2000**.
- [45] Imeson, A.P., Carrageenan *Handbook of Food Hydrocolloids* (Eds: Phillips, G.O., Williams, P.A.) CRC Press Woodhead publishing Limited ch. 5, **2000**.
- [46] Nunez-Santiago, M.C., Tecante, A., Rheological and calorimetric study of the sol–gel transition of κ -carrageenan, *Carbohydrate Polymers*, 69, 763–773, **2007**.
- [47] Yuguchi, Y., Thuy, T. T. T., Urakawa, H., Kajiwara, K., Structural characteristics of carrageenan gels: temperature and concentration dependence, *Journal of Food Hydrocolloids*, 16, 515–522, **2002**.
- [48] Hossain, K.S., Miyanaga, K., Maeda, H., Nemoto, N., Sol-Gel Transition Behavior of Pure ι -Carrageenan in Both Salt-Free and Added Salt States, *Biomacromolecules*, 2, 442-449, **2001**.
- [49] Garnier, C., Michon, C., Durand, S., Cuvelier, G., Doublier, J.L., Launay, B., Iota-carrageenan/casein micelles interactions: evidence at different scales, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 31, 177-184, **2003**.
- [50] Ould Eleya, M.M., Turgeon, S.L., Rheology of κ -carrageenan and b-lactoglobulin mixed gels, *Food Hydrocolloids*, 14, 29–40, **2000**.
- [51] Tomšić, M., Prossnigg, F., Glatter, O., A thermoreversible double gel: Characterization of a methylcellulose and κ -carrageenan mixed system in water by SAXS, DSC and rheology, *Journal of Colloid and Interface Science*, 322, 41–50, **2008**.
- [52] Wielinga W.C., Galactomannans *Handbook of Food Hydrocolloids* (Eds: Phillips, G.O., Williams, P.A.) CRC Press Woodhead publishing Limited ch. 8, **2000**.
- [53] Hatakeyama, T., Naoi, S., Hatakeyama, H., Liquid crystallization of glassy guar gum with water, *Thermochimica Acta*, 416, 121–127, **2004**.

- [54] Prado B.M., KIM. S., ÖZEN, B.F., MAUER, L.J., Differentiation of Carbohydrate Gums and Mixtures Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2823-2829, **2005**.
- [55] Shenoy, M.A., D'Melo, D.J., Synthesis and Characterization of Acryloyloxy Guar Gum, *Journal of Applied Polymer Science*, 117, 148–154, **2010**.
- [56] Richardsdon, P.H., Willmer, J., Foster, T.J., Dilute properties of guar and locust bean gum in sucrose solutions, *Food Hydrocolloids*, 12, 339–348, **1998**.
- [57] Matuda, T.G., Chevallier, S., Filho, P.A.O., LeBail, A., Tadini, C.C., Impact of guar and xanthan gums on proofing and calorimetric parameters of frozen bread dough, *Journal of Cereal Science*, 48, 741–746, **2008**.
- [58] Gupta, S., Shah, B., Sanyal, B., Variyar, P.S., Sharma, A., Role of initial apparent viscosity and moisture content on post irradiation rheological properties of guar gum *Food Hydrocolloids*, 23, 1785–1791, **2009**.
- [59] Mandala, I.G., Physical properties of fresh and frozen stored, microwavereheated breads, containing hydrocolloids, *Journal of Food Engineering*, 66, 291–300, **2005**.
- [60] Gliko-Kabir, I., Penhasi, A., Rubinstein, A., Characterization of crosslinked guar by thermal analysis, *Carbohydrate Research*, 316, 6–13, **1999**.
- [61] Dakia, P.A., Blecker, C., Robera, C., Wathélet, B., Paquot, M., Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment, *Food Hydrocolloids*, 22, 807–818, **2008**.
- [62] Pollard, M.A., Kelly, R., Wahl, C., Fischer, P., Windhab, E., Eder, B., Amado, R., Investigation of equilibrium solubility of a carob galactomannan, *Food Hydrocolloids* 21, 683–692, **2007**.
- [63] Hatakeyama, T., Naoi, S., Iijima, M., Hatakeyama H., Locust Bean Gum Hydrogels formed by freezing and thawing, *Macromolecular symp*, 224, 253-262, **2005**.
- [64] Katzbauer, B., Properties and applications of xanthan gum, *Polymer Degradation and Stability*, 59, 81–84, **1998**.
- [65] Basavaraju, K.C., Jayaraju, J., Rai, S.K., Damappa, T., Miscibility Studies of Xanthan Gum with Gelatin in Dilute Solution, *Journal of Applied Polymer Science*, 109, 2491–2495, **2008**.
- [66] Shalviri, A., Liu, Q., Abdekhodaie, M.J., Wu, Z.Y., Novel modified starch–xanthan gum hydrogels for controlled drug delivery: Synthesis and characterization *Carbohydrate Polymers*, 79, 898–907, **2010**.
- [67] Garcia-Ochoa, F., Santos, V.E., Casas, J.A., GOMEZ, E., Xanthan gum: Production, recovery and properties, *Biotechnol. Adv.* 18, 549–579, **2000**.

- [68] Silca, M.F., Fornari, R.C.G., Mazutti, M.A., Oliveria, D., Padilha, F.F., Cichoski, A.J., Cansian, R.L., Di Luccio, M., Treichel, H., Production and characterization of xanthan gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source, *Journal of Food Engineering*, 90, 119–123, **2009**.
- [69] Lopez, M.J., Moreno, J., Ramos-Cormenzana, A., *Xanthomonas campestris* strain selection for xanthan production from olivemill waste waters, *Water Research*, 35, 1828–1830, **2001**.
- [70] Takahashi, M., Iijima, M., Kimura, K., Hatakeyama, T., Hatakeyama, H., Thermal and viscoelastic properties of xanthan gum/chitosan complexes in aqueous solutions, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 85, 3, 669–674, **2006**.
- [71] Sagoo, S., Board, R., Roller, S., Chitosan inhibits growth of spoilage microorganisms in chilled pork products, *Food Microbiology*, 19, 175-182, **2002**.
- [72] Tharanathan, R.N., Kittur, F.S., Chitin – the undisputed biomolecule of great potential, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43, 61–87, **2003**.
- [73] Speiciene, V., Guilmineau, F., Kulozik, U., Leskauskaite, D., The effect of chitosan on the properties of emulsions stabilized by whey proteins, *Food Chemistry*, 102, 1048–1054, **2007**.
- [74] Devlieghere, F., Vermeulen, A., Debevere, J., Chitosan: Antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables, *Food Microbiology*, 21, 703–714, **2004**.
- [75] Jumaa, M., Furkert, F.H., Müller, B.W., A new lipid emulsion with high antimicrobial efficacy using chitosan, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 53, 115–123, **2002**.
- [76] Li, B., Kennedy, J.F., Peng, J.L., Yie, X., & Xie, B.J. (2006). Preparation and performance evaluation of glucomannan–chitosan–nisin ternary antimicrobial blend film. *Carbohydrate Polymers*, 65, 4, 488-494, **2006**.
- [77] Pinotti, A., Bevilacqua, A., Zaritzky, N., Optimization of the flocculation stage in a model system of a food emulsion waste using chitosan as polyelectrolyte, *Journal of Food Engineering*, 32, 69–81, **1997**.
- [78] Kamil, J.Y.V.A., Jeon, Y.J., Shahidi, F., Antioxidative activity of chitosans of different viscosity in cooked comminuted flesh of herring (*Clupea harengus*), *Food Chemistry*, 79, 69–77, **2002**.
- [79] Benjakul, S., Visessanguan, W., Phatchrat, S., Tanaka, M., Chitosan affects transglutaminase-induced surimi gelation, *Journal of Food Biochemistry*, 27, 53–66, **2003**.
- [80] Roller, S., Covill, N., The antifungal properties of chitosan in laboratory media and apple juice, *International Journal of Food Microbiology*, 47, 67–77, **1999**.

- [81] Netoa, C.G.T., Giacomettib, J.A., Jobb, A.E., Ferreirab, F.C., Fonsecaa, J.L.C., Pereira, M.R., Thermal Analysis of Chitosan Based Networks, *Carbohydrate Polymers*, 62, 97–103, **2005**.
- [82] Gonera, A., Cornillon, P., Gelatinization of Starch/Gum/Sugar Systems Studied by using DSC, NMR, and CSLM, *Starch/Stärke*, 54, 508–516, **2002**.
- [83] Chen, Z, Schols H.A., Voragen, A.G.J., Starch granule size strongly determines starch noodle processing and noodle quality, *Journal of Food Science*, 68, 1584–89, **2003**.
- [84] Noda, T., Tsuda, S., Mori, M., Takigawa, S., Endo, C.M., Kim, S.J., Effect of potato starch properties on instant noodle quality in wheat flour and potato starch blends, *Starch-Starke*, 58, 18–24, **2006**.
- [85] Cheow, C.S., Kyaw, Z.Y., Howell, N.K., Dzulkifly, M.H., Relationship between physicochemical properties of starches and expansion of fish cracker 'keropok'. *Journal of Food Quality*, 27, 1–12, **2004**.
- [86] Lanciers, S., Mehta, D.I., Blecker, U., Lebenthal, E., The role of modified food starches in baby food, *Journal of the Louisiana State Medical Society*, 149, 211-214, **1997**.
- [87] Marques, P.T., Perego, C., LeMeins, J.F., Borsali, R., Soldi, V., 2006. Study of gelatinization process and viscoelastic properties of cassava starch: effect of sodium hydroxide and ethanol glycol diacrylate as cross-linking agent, *Carbohydrate Polymers*, 66, 396–407, **2006**.
- [88] Abd Elgadir, M., Bakar, J., Zaidul, I.S.M., Abdul Rahman, R., Abbas, K.A., Hashim, D.M., Karim, R., Thermal Behavior of Selected Starches in Presence of Other Food Ingredients Studied by Differential Scanning Calorimetry (DSC)–Review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8, 195-201, **2009**.
- [89] Yu L., Christir G., Measurement of starch thermal transitions using differantial scanning calorimetry, *Carbohydrate Polymers*, 46 179-184, **2001**.
- [90] Svegmark K., Helmersson K., Nilsson G., Nilsson P.O., Andersson R., Svensson E., Comparision of Potato amylopectin starches and potato starches influence of year and variety, *Carbohydrate Polymers*, 47 331-340, **2002**.
- [91] Zhou, X., Baik B.K., Wang, R., Lim, S.T., Retrogradation of waxy and normal corn starch gels by temperature cycling, *Journal of Cereal Science*, 51, 57–65, **2010**.
- [92] Verbeken, D., Neirinck, N., Van Der Meeren, P., Dewettinck, K., Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins, *Meat Science*, 70, 161–166, 2005

- [93] Donatus E.A.N., Xiong Y.L., Effects of carrageenan on thermal stability of proteins from chicken thigh and breast muscles, *Food Research International*, 34, 247-253, **2001**.
- [94] Pighin, D.G., Sancho, A.M., Gonzalez, C.B., Effect of salt addition on the thermal behavior of proteins of bovine meat from Argentina, *Meat Science*, 79, 549–556, **2008**.
- [95] DeFreitas, Z., Sebranek, J.G., Olson, D.G., Carr, J.M., Carrageenan effects on thermal stability of meat proteins *Journal of Food Science*, 62, 3, 544-547, **1997**.
- [96] Ensor, S.A., Sofos, J.N., Schmidt, G.R., Differential scanning calorimetric studies of meat protein-alginate mixtures, *Journal of Food Science*, 56, 175–182, **1991**.
- [97] Ramirez J.A., Barrera M., Morales O.G., Vázquez M., Effect of xanthan and locust bean gums on gelling properties of myofibrillar proteins *Food Hydrocolloids* 16 11-16, **2002**.
- [98] Li J.Y., Yeh A., Functions of starch in formation of starch/meat composite during heating, *Journal of Texture Studies*, 33, 341-366, **2002**.
- [99] Chen, H.H., Xu, S.Y., Wang, Z., Interaction between flaxseed gum and meat protein, *Journal of Food Engineering* 80, 1051-1059, **2007**.
- [100] Hachmeister, K.A., Herald T.J., Thermal and Rheological Properties and Textural Attributes of Reduced-Fat Turkey Batters, *Poultry Science*, 77, 632–638, **1998**.
- [101] Herrera, J.J., Pastoriza, L., Sampedro, G., Cabo, M.L., Effect of various cryostabilizers on the production and reactivity of formaldehyde in frozen stored minced blue whiting muscle, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 2386–2397, **1999**.
- [102] Orlien, V., Anderson, M.L., Jouhtimaki, S., Risbo, J., Skibsted, L.H., Effect of temperature and glassy states on the molecular mobility of solutes in frozen tuna muscle as studied by electron spin resonance spectroscopy with spin probe detection, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 2269–2276, **2004**.
- [103] Kurozawa, L.E., Park, K.J., Hubinger, M.D., Effect of maltodextrin and gum arabic on water sorption and glass transition temperature of spray dried chicken meat hydrolysate protein, *Journal of Food Engineering*, 91, 287-296, **2009**.
- [104] Akkose, A., Aktaş, N., Determination of glass transition temperature of beef and effects of various cryoprotective agents on some chemical changes, *Meat Science*, 80, 875–878, **2008**.
- [105] Harwalkar, V.R., Ma, C.Y., *Thermal analysis of foods*, Elsevier Science Publishers LTD, **1990**.

- [106] Zhou, W.W., Meng, L., LI, X., Ma, L., Dai, R., Effect of the interaction between carrageenan, gellan gum and flaxseed gum on quality attributes of starch-free emulsion-type sausage, *Journal of Muscle Foods*, 21, 255–267, **2010**.
- [107] Vural, H. ve Öztan, A., , Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 36, Ankara, **1996**.
- [108] Ulu, H., , Evaluating of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products, *Meat Science*, 67, 683-687, **2004**.
- [109] Pikul, J., Leszczynski, D.E., Kummerow, F., Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 1309-1313, **1989**.
- [110] Anonymous, Texture Analyser User Manuel. 'Warner Bratzler Shear Blade Set' Instructions. Ametek Lloyd Instruments Ltd, Fareham, Hants, UK, 2003
- [111] Zayas, J.F., Lin, C.S., Corn germ protein in frankfurters; textural, color and sensory characteristics and storage stability, *Journal of Food Quality*, 12, 283-289, **1989**.
- [112] Zayas, J.F., Lin, C.S., Quality characteristics of frankfurters containing corn germ protein, *Journal of Food Science*, 53, 1587-1591, **1988**.
- [113] Öztan, A., Vural H., Sığır etinde su tutma kapasitesi ve serbest su oranı değişimi üzerine bir araştırma, *Gıda*, 18, 1, 29-33, **1993**.
- [114] Özvural, E.B., Vural, H., Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters, *Meat Science*, 78, 211-216, **2008**.
- [115] Karlsson, M.E., Eliasson, A.C., Gelatinization and retrogradation of potato (*Solanum tuberosum*) starch in situ as assessed by differential scanning calorimetry (DSC), *Lebensm.-Wiss. u.-Technology* 36, 735–741, **2003**.
- [116] Sorrenti, M., Catenacci, L., Bonferoni, M.C., Sandri, G., Caramella, C., Bettinetti, G. P., Thermal characterization of diltiazem and κ -carrageenan binary systems, *Journal of Thermal Analytical Calorimetry*, 102, 337-342, **2010**
- [117] Mundargi, R.C., Patil, S.A., Agnihotri, S.A., Aminabhavi, T.M., Evaluation and controlled release characteristics of modified xanthan films for transdermal delivery of atenolol, *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 33, 79–90, **2007**.
- [118] Stabursvik, E., Fretheim, K., Froystein, T.). Myosin denaturation in pale, soft, and exudative (PSE) porcine muscle tissue as studied by differential scanning calorimetric studies, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35, 240–244, **1984**.

- [119] Findlay, C. J., Barbut, S., A response surface investigation of the effects of sodium chloride and tripolyphosphate on the thermal properties of beef muscle, *Meat Science*, 31, 155–164, **1992**.
- [120] Marchetti, L., Andrés, S.C., Califano, A.N., Textural and thermal properties of low-lipid meat emulsions formulated with fish oil and different binders, *LWT - Food Science and Technology*, 51, 514-523, **2013**.
- [121] Horn, M.M., Martins, V.C.A., de Guzzi A.M., Plepis Interaction of anionic collagen with chitosan: Effect on thermal and morphological characteristics, *Carbohydrate Polymers*, 77, 239–243, **2009**.
- [122] Aktaş, N., Aksu, M.İ., Kaya, M., Changes in myofibrillar proteins during processing of pastirma (Turkish dry meat product) produced with commercial starter cultures, *Food Chemistry*, 90, 649–654, **2005**.
- [123] Lin, K.C., Keeton, J.T., Gilchrist, C.L., Cross, H.R., Comparisons of carboxymethyl cellulose with differing molecular features in low-fat frankfurters, *Journal of Food Science*, 53, 6, 1592–1595, **1988**.
- [124] Su, Y.K., Bowers, J.A., Zayas, J.F., Physical characteristics and microstructure of reduced-fat frankfurters as affected by salt and emulsified fats stabilized with nonmeat proteins, *Journal of Food Science*, 65, 1, 123–128, **2002**.
- [125] Hughes, E., Mullen, A. M., Troy, D.J., Effects of fat level, tapioca starch and whey protein on frankfurters formulated with 5 % and 12 % fat. *Meat Science*, 48, 169–180, **1998**.
- [126] Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J., Buckley, D.J., Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30 % fat, *Meat Science*, 55, 463–469, **2000**.
- [127] Anonim, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği (TEBLİĞ NO: 2012/74) Resmi Gazete Tarihi: 05.12.2012 Resmi Gazete Sayısı: 28488, **2012**.
- [128] Wallingford, L., Labuza, T.P., Evaluation of the water binding properties of food hydrocolloids by physical/chemical methods and in a low fat meat emulsion, *Journal of Food Science*, 48, 1–5, **1983**.
- [129] Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Katikou, P., Blekas, G., Georgakis, S.A., Effect of rosemary extract, chitosan and a tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C, *Meat Science*, 76, 172–181, **2007**.
- [130] Smith, J.L., Alford, J.A., Action of microorganisms on the peroxides and carbonyls of rancid fat, *Journal of Food Science*, 33, 1, 93–97, **1968**.
- [131] Moerck, K.E., Ball, H.R., Lipid autoxidation in mechanically deboned chicken meat, *Journal of Food Science*, 39, 5, 876–879, **1974**.

- [132] Almandos, M.E., Giannini, D.H., Ciarlo, A.S., Boeri, R.L. (). Formaldehyde as an interference of the 2-thiobarbituric acid test, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 1, 54–58, **1986**.
- [133] Fernández, J., Pérez-Alvarez, A.J., Fernández-López, A.J., Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, *Food Chemistry*, 59, 3, 345–353, **1997**.
- [134] Lin, K.W., Chao, J.Y., Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight, *Meat Science*, 59, 343–351, **2001**.
- [135] Somboonpanyakul, P., Barbut, S., Jantawata, P., Chinprahast, N., Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate, *LWT*, 40, 498–505, **2007**.
- [136] Fox, J.B., Ackerman, S.A., Jenkins, R.J., Effect of anionic gums on the texture of pickled frankfurters, *Journal of Food Science*, 48, 1031–1035, **1983**.
- [137] Whiting, R.C., Addition of phosphates, proteins and gums to reduced-salt frankfurter batters, *Journal of Food Science*, 49, 1355–1357, **1984**.
- [138] Foegeding, E.A., Ramsey, S.R., Effect of gums on low-fat meat batters, *Journal of Food Science*, 51, 33–36, **1986**.
- [139] Candogan, K., Kolsarici, N., Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with peçtin, *Meat Science*, 64, 207–214, **2003**.
- [140] Soutos, N., Tzikas, Z., Abraham, A., Georgantelis, D., Ambrosiadis, I., Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausages, *Meat Science*, 80, 1150–1156, **2008**.
- [141] Greene, B.E., Cumuze, T.H., Relationship between TBA numbers and inexperienced panelist's assessments of oxidized flavor in cooked beef, *Journal of Food Science*, 47, 52-58, **1982**.
- [142] Ayça Yaralı Aylangan, *Işınlamanın Hamburger köftelerin kalite kriterleri, raf ömrü üzerine etkisinin incelenmesi ve hamburger köftelerde ışınlamanın tespiti*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2010**.
- [143] Perisic, N., Afseth, N.K., Ofstad, R., Kohler, A., Monitoring protein structural changes and hydration in bovine meat tissue due to salt substitutes by fourier transform infrared (FTIR) microspectroscopy, *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 59, 10052–10061, **2011**.
- [144] Bocker, U., Ofstad, R., Bertram, H.C., Egelanddal, B., Kohler, A., Salt-Induced Changes in Pork Myofibrillar Tissue Investigated by FT-IR Microspectroscopy and Light Microscopy, *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 54, 6733-6740, **2006**.

- [145] Doğan, A., *The effects of gamma irradiation on hazelnut tissue at molecular level by fourier transform infrared spectroscopy*, Yüksek Lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Biyoteknoloji Bölümü, Ankara, **2001**.
- [146] Yu, P., Protein molecular structures, protein subfractions, and protein availability affected by heat processing: A review, *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 3, 2, 66 -86, **2007**.
- [147] Yu, P., Christensen, C.R., Christensen, D.A., McKinnon, J.J., Ultrastructural-chemical makeup of yellow- (*Brassica Rapa*) and brown-Seeded (*Brassica Napus*) canola within cellular dimensions, explored with synchrotron reflection FTIR microspectroscopy, *Canadian Journal Plant Science*, 85, 533-541, **2005**.
- [148] Sunooj, K.V., Radhakrishna, K., George, J., Bawa, A.S., Factors influencing the calorimetric determination of glass transition temperature in foods: A case study using chicken and mutton, *Journal of Food Engineering*, 91, 347–352, **2009**.
- [149] Telis, V.R.N., Sobral, P.J.A., Glass transition of freeze-dried and air dried tomato, *Food Research International*, 35, 435–443, **2002**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Esen Eyiler Yılmaz

Doğum Yeri: Antalya

Medeni Hali: Evli

E-posta: eseneyiler@gmail.com

Adres: Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Beytepe/ANKARA

Eğitim:

Lise: Özel Antalya Fen Lisesi

Lisans: Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans: Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Doktora: Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce, İyi.

İş Deneyimi

-

Deneyim Alanları

Et Bilimi ve Teknolojisi, Düşük Yağlı Et Ürünleri Üretimi.

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

Sosis Üretiminde Kullanılan farklı Hidrokolloidlerin Termal Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Birimi Projesi, Bütçe: 34235 TL.

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

-